



FACULDADE DE DESPORTO  
UNIVERSIDADE DO PORTO

TREINO DE ALTO RENDIMENTO DESPORTIVO

**Alteração da função neuromuscular dos músculos no  
compartimento medial dos isquiotibiais, do bíceps femoral e dos  
músculos glúteo médio e máximo durante a corrida intermitente à  
máxima velocidade.**

Dissertação apresentada com vista à obtenção do  
grau de Mestre em Ciências do Desporto, com  
especialização em Alto Rendimento Desportivo  
(Decreto-lei 216/92).

**Orientador:** Professor Doutor Eduardo Oliveira

**Co-orientador:** Professora Doutora Suzana Pereira

**Bernardo Hélder Figueiredo de Amorim**

**Porto, Setembro de 2017.**

**Ficha de catalogação**

Amorim, B. H. F. (2017). Alteração da função neuromuscular dos músculos no compartimento medial dos isquiotibiais, do bíceps femoral e dos músculos glúteo médio e máximo durante a corrida intermitente à máxima velocidade. Porto: B. H. F. Amorim. Dissertação de Mestrado apresentada a Faculdade de Desporto da Universidade do Porto.

**Palavras Chave:** eletromiografia; fadiga; glúteo máximo; glúteo médio; isquiotibiais; lesão.

“O conhecimento nos faz responsáveis.”

Che Guevara



## **AGRADECIMENTOS**

Ao Professor Doutor Eduardo Oliveira pelo apoio que me deu para a conclusão da dissertação.

À Professora Doutora Suzana Pereira pelo auxílio no meu período de mobilidade académica.

Ao Professor Doutor Marcelo Peduzzi que me apoiou do início ao fim, orientando-me na minha dissertação.

À minha família que mesmo longe, me apoiou incondicionalmente.

À família da Allana que me acolheu durante a minha estadia no Brasil.

À Allana Rosa, por todo o apoio e amor incondicional. Foi um ano difícil e sem ela este trabalho não teria sido concluído.



## ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS.....	V
ÍNDICE GERAL.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS .....	IX
ÍNDICE DE TABELAS .....	XI
RESUMO.....	XIII
ABSTRACT.....	XV
LISTA DE ABREVIATURAS.....	XVII

### I - INTRODUÇÃO

1. Introdução .....	21
---------------------	----

### II - REVISÃO DE LITERATURA

2. Revisão de literatura .....	27
2.1 <i>Epidemiologia</i> .....	27
2.2 <i>Músculos isquiotibiais</i> .....	29
2.3 <i>Músculos glúteos</i> .....	31
2.4 <i>Fisiopatologia das lesões nos isquiotibiais</i> .....	33
2.5 <i>Fadiga</i> .....	35
2.6 <i>Influência do glúteo máximo e médio na incidência de lesões nos músculos isquiotibiais</i> .....	37

### III - OBJETIVOS E HIPÓTESES

3. Objetivos e hipóteses .....	41
3.1 <i>Objetivos</i> .....	41
3.2 <i>Hipóteses</i> .....	41

### IV - MÉTODOS

4. Métodos.....	45
4.1 <i>Participantes</i> .....	45
4.2 <i>Instrumentos</i> .....	46
4.3 <i>Protocolo experimental</i> .....	46

<i>4.4 Análise de dados</i> .....	49
<i>4.5 Estatística</i> .....	50
<b>V - RESULTADOS</b>	
5. Resultados .....	55
<b>VI - DISCUSSÃO</b>	
6. Discussão.....	77
<b>VII - LIMITAÇÕES</b>	
7. Limitações .....	87
<b>VIII - CONCLUSÃO</b>	
8. Conclusão .....	91
<b>IX - REFERÊNCIAS</b>	
9. Referências .....	95
<b>ANEXOS</b> .....	105



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Percurso do protocolo experimental.....	48
<b>Figura 2</b> - Fase de apoio inicial: média e intervalo de confiança de 95% da atividade neuromuscular em cada repetição .....	57
<b>Figura 3</b> - Fase de apoio final: média e intervalo de confiança de 95% da atividade neuromuscular em cada repetição. ....	58
<b>Figura 4</b> - Fase de decolagem: média e intervalo de confiança de 95% da atividade neuromuscular em cada repetição .....	59
<b>Figura 5</b> - Fase de balanço inicial: média e intervalo de confiança de 95% da atividade neuromuscular em cada repetição .....	60
<b>Figura 6</b> - Fase de balanço final: média e intervalo de confiança de 95% da atividade neuromuscular em cada repetição .....	62
<b>Figura 7</b> - Fase de apoio inicial: média e intervalo de confiança de 95% para as três últimas repetições do protocolo de corrida à máxima velocidade. ....	65
<b>Figura 8</b> - Fase de apoio final: média e intervalo de confiança de 95% para as três últimas repetições do protocolo de corrida à máxima velocidade .....	67
<b>Figura 9</b> - Fase de decolagem: média e intervalo de confiança de 95% para as três últimas repetições do protocolo de corrida à máxima velocidade .....	69
<b>Figura 10</b> - Fase de balanço inicial: média e intervalo de confiança de 95% para as três últimas repetições do protocolo de corrida à máxima velocidade.....	71
<b>Figura 11</b> - Fase de balanço final: média e intervalo de confiança de 95% para as três últimas repetições do protocolo de corrida à máxima velocidade .....	73



## ÍNDICE DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Caracterização geral dos participantes .....	45
<b>Tabela 2</b> - Descrição da 1ª a 15ª repetição.....	56
<b>Tabela 3</b> - Caracterização geral do grupo com maior nível de fadiga e do grupo com menor nível de fadiga .....	63
<b>Tabela 4</b> - Diferença média, intervalo de confiança de 95% e valor de $p$ entre o grupo com maior nível de fadiga e o grupo com menor nível de fadiga na fase de apoio inicial na 13ª, 14ª e 15ª repetição .....	64
<b>Tabela 5</b> - Diferença média, intervalo de confiança de 95% e valor de $p$ entre o grupo com maior nível de fadiga e o grupo com menor nível de fadiga na fase de apoio final na 13ª, 14ª e 15ª repetição .....	66
<b>Tabela 6</b> - Diferença média, intervalo de confiança de 95% e valor de $p$ entre o grupo com maior nível de fadiga e o grupo com menor nível de fadiga na fase de decolagem na 13ª, 14ª e 15ª repetição .....	68
<b>Tabela 7</b> - Diferença média, intervalo de confiança de 95% e valor de $p$ entre o grupo com maior nível de fadiga e o grupo com menor nível de fadiga na fase de balanço inicial na 13ª, 14ª e 15ª repetição .....	70
<b>Tabela 8</b> - Diferença média, intervalo de confiança de 95% e valor de $p$ entre o grupo com maior nível de fadiga e o grupo com menor nível de fadiga na fase de balanço inicial na 13ª, 14ª e 15ª repetição .....	72



## RESUMO

**Objetivo:** avaliar a atividade neuromuscular dos músculos no compartimento medial dos isquiotibiais, do bíceps femoral e dos músculos glúteo médio e máximo (porção superior e inferior) durante a corrida intermitente à máxima velocidade. Como objetivo secundário, a atividade neuromuscular de participantes com maior e menor nível de fadiga foi comparada.

**Metodologia:** foram selecionados 20 indivíduos para participar neste estudo. Foi utilizado um sistema de eletromiografia sem fio (Noraxon, Direct Transmission System) para registrar a atividade neuromuscular, análise cinemática 2D para identificar as diferentes fases do ciclo da corrida, assim como a escala de Borg para verificar o nível de esforço subjetivo dos participantes. Durante um protocolo, o qual consistiu de 15 repetições de corrida à máxima velocidade em um percurso de 25 metros, a atividade neuromuscular dos músculos no compartimento medial dos isquiotibiais, do bíceps femoral e dos músculos glúteo médio e porção superior e inferior do glúteo máximo foi avaliada em diferentes fases do ciclo da passada. Foi utilizada a análise de variância de medidas repetidas para comparar a atividade neuromuscular entre as diferentes etapas do protocolo de corrida intermitente, assim como para comparar o comportamento neuromuscular entre os participantes que apresentaram maior e menor nível de fadiga.

**Resultados:** Na fase de apoio inicial, a atividade neuromuscular da porção inferior do glúteo máximo, do bíceps femoral e dos músculos no compartimento medial dos isquiotibiais diminuiu comparativamente à última repetição do protocolo ( $p < 0,001$ ), enquanto que a atividade neuromuscular do glúteo médio aumentou ( $p < 0,001$ ). Na fase de apoio final, a atividade neuromuscular do bíceps femoral ( $p = 0,004$ ) e dos músculos no compartimento medial dos isquiotibiais diminuiu ( $p = 0,001$ ) ao longo do protocolo. Na fase de decolagem, a atividade neuromuscular da porção inferior do glúteo máximo aumentou ( $p = 0,005$ ). Na fase de balanço final, a atividade neuromuscular da porção superior do glúteo máximo exibiu um aumento significativo entre a primeira e a última repetição ( $p < 0,001$ ), ao contrário da atividade neuromuscular dos músculos no compartimento medial dos isquiotibiais que diminuiu ( $p < 0,001$ ). Nesta fase, a porção inferior do glúteo máximo e o glúteo médio mostraram algumas diminuições significativas nas últimas 6 repetições em relação às anteriores ( $p < 0,005$ ), respetivamente. Foi observado nos participantes que apresentaram maior nível de fadiga uma maior atividade neuromuscular dos músculos no compartimento medial dos isquiotibiais e do bíceps femoral na repetição 15 da fase de apoio inicial e uma maior atividade do glúteo médio nas repetições 14 e 15 da fase de apoio inicial e na repetição 15 das restantes fases comparativamente aqueles com menor nível de fadiga.

**Conclusão:** Ao longo do protocolo de fadiga, percebeu-se que na fase de apoio inicial, a atividade neuromuscular da porção inferior do glúteo máximo diminuiu enquanto que a atividade neuromuscular do glúteo médio aumentou. Durante a fase

de apoio inicial e final a atividade neuromuscular do bíceps femoral foi a primeira a alterar. Nestas duas fases também foi identificada a diminuição da atividade neuromuscular dos músculos no compartimento medial dos isquiotibiais. Na fase de decolagem, foi encontrada uma maior atividade neuromuscular da porção inferior do glúteo máximo. Foi observado também, na fase de balanço final, uma menor atividade neuromuscular da porção inferior do glúteo máximo juntamente com a diminuição da atividade neuromuscular dos músculos no compartimento medial nos isquiotibiais. Na mesma fase, a atividade neuromuscular do glúteo médio, diminuiu nas últimas repetições do protocolo e a atividade neuromuscular da porção superior do glúteo máximo aumentou. Também foram observadas diferenças na atividade neuromuscular dos músculos no compartimento medial dos isquiotibiais, do bíceps femoral e do glúteo médio entre os participantes que apresentaram maior e menor nível de fadiga.

**PALAVRAS CHAVE:** ELETROMIOGRAFIA; FADIGA; GLÚTEO MÁXIMO; GLÚTEO MÉDIO; ISQUIOTIBIAIS; LESÃO.

## ABSTRACT

**Objective:** to evaluate the neuromuscular activity of the muscles in the medial compartment of the hamstrings, the biceps femoris and the gluteus medius and maximus muscles (upper and lower portion) during intermittent running at maximum speed. As a secondary objective, the neuromuscular activity of participants with higher and lower levels of fatigue was compared.

**Methods:** 20 individuals were selected to participate in this study. A wireless electromyography system (Noraxon, Direct Transmission System) was used to record neuromuscular activity, 2D kinematic analysis to identify the different phases of the gait cycle, as well as the Borg scale to verify the level of subjective effort of the participants. During a protocol, which consisted of 15 repetitions of running at maximum speed in a 25-meter course, the neuromuscular activity of the muscles in the medial compartment of the hamstrings, the biceps femoris, the gluteus medius and the upper and lower portions of gluteus maximus were evaluated in different phases of the running gait. The repeated measures analysis of variance was used to compare the neuromuscular activity between the different stages of the intermittent running protocol, as well as to compare the neuromuscular behavior among the participants who presented high and low fatigue level.

**Results:** In the initial support phase, the neuromuscular activity of the lower portion of the gluteus maximus, the biceps femoris and the muscles in the medial compartment of the hamstrings decreased comparatively to the last repetition of the protocol ( $p < 0.001$ ), while the gluteus medius neuromuscular activity increased ( $p < 0.001$ ). In the final support phase, the neuromuscular activity of the biceps femoris ( $p = 0.004$ ) and muscles in the medial hamstring compartment decreased ( $p = 0.001$ ) throughout the protocol. In the take-off phase, the neuromuscular activity of the lower gluteus maximus increased ( $p = 0.005$ ). In the late swing phase, the neuromuscular activity of the upper gluteus maximus showed a significant increase between the first and last repetition ( $p < 0.001$ ), in contrast to the neuromuscular activity of the muscles in the medial compartment of the hamstrings, which decreased ( $p < 0.001$ ). In this phase, the lower portion of the gluteus maximus and the gluteus medius showed some significant decrease in the last 6 repetitions compared to the previous ones ( $p < 0.005$ ), respectively. It was observed in the participants that presented high level of fatigue, a greater neuromuscular activity of the muscles in the medial compartment of the hamstrings and biceps femoris in the repetition 15 of the initial support phase and a greater activity of the gluteus medius in the repetitions 14 and 15 of the initial support phase and in the repetition 15 of the remaining phases comparatively to those with low level of fatigue.

**Conclusion:** Throughout the fatigue protocol, it was observed that in the initial support phase, the neuromuscular activity of the lower portion of the gluteus maximus decreased while the gluteus medius neuromuscular activity increased. During the initial and final support phase, the neuromuscular activity of the biceps femoris was the first one to be altered. In these two phases, the neuromuscular

activity of the muscles in the medial compartment of the hamstrings was also identified. In the take-off phase, a higher neuromuscular activity was found in the lower portion of the gluteus maximus. It was also observed, in the late swing phase, a lower neuromuscular activity of the lower portion of the gluteus maximus together with a decrease in neuromuscular activity of the muscles in the medial compartment of the hamstrings. In the same phase, the gluteus medius neuromuscular activity decreased in the last repetitions of the protocol and the neuromuscular activity of the upper gluteus maximus increased. Significant differences were also observed in the neuromuscular activity of the muscles in the medial compartment of the hamstrings, biceps femoris and gluteus medius.

**KEY WORDS:** ELETROMIOGRAPHY; FATIGUE; GLUTEUS MAXIMUS; GLUTEUS MEDIUS; HAMSTRINGS; INJURY.



## LISTA DE ABREVIATURAS

**N** - número de participantes

**DP** - desvio padrão

**IC95%** - intervalo de confiança de 95%

**MD** - média da diferença

**Glúteo máximo superior** - porção superior do glúteo máximo

**Glúteo máximo inferior** - porção inferior do glúteo máximo

**Isquiotibiais lateral** - bíceps femoral

**Isquiotibiais medial** - músculos no compartimento medial dos isquiotibiais

**ms** - milissegundos



## I – INTRODUÇÃO

---



## 1. INTRODUÇÃO

No futebol profissional as lesões musculares representam 31% do número total de lesões, e 12% de todas as lesões musculares ocorrem nos músculos isquiotibiais (Ekstrand et al., 2011). A maior parte das lesões nos músculos isquiotibiais ocorrem durante a corrida à máxima velocidade ou perto da mesma (Ekstrand et al., 2012), sem contacto com outro jogador (Ekstrand et al., 2011), sendo que, 84% envolvem o bíceps femoral e apenas 12% e 4% incidem no semitendinoso e semimebranoso, respetivamente (Ekstrand, Lee, et al., 2016). A incidência das lesões dos músculos isquiotibiais é similar entre os membros dominante e não dominante (Ekstrand, Walden, et al., 2016).

Os isquiotibiais são constituídos pelo bíceps femoral, semitendinoso e semimembranoso e atuam na flexão e extensão do joelho e da anca (Ono et al., 2011), bem como na rotação da tibia (Onishi et al., 2002). Os músculos no compartimento medial dos isquiotibiais atuam na rotação interna da tibia e o bíceps femoral atua na rotação externa da mesma (Onishi et al., 2002).

Muitos estudos têm sido realizados com o objetivo de entender o comportamento dos músculos isquiotibiais durante a corrida à máxima velocidade (Chumanov et al., 2007; Higashihara et al., 2015, 2016; Mann & Sprague, 1980; Mann, 1981; Schache et al., 2012; Sun et al., 2015; Thelen, Chumanov, Best, et al., 2005; Thelen, Chumanov, Hoerth, et al., 2005; Thelen et al., 2006; Yu et al., 2008). No entanto, alguns desses estudos (Chumanov et al., 2007, 2011; Heiderscheit et al., 2005; Thelen, Chumanov, Best, et al., 2005; Thelen, Chumanov, Hoerth, et al., 2005; Thelen et al., 2006) foram realizados em passadeira. Porém, diferenças em parâmetros biomecânicos (Frishberg, 1983; Nigg et al., 1995; Wank et al., 1998) e metabólicos (Frishberg, 1983) entre a corrida no solo e na passadeira foram previamente identificadas.

Recentemente, verificaram-se diferentes perfis de atividade eletromiográfica entre os músculos no compartimento medial dos músculos isquiotibiais e o bíceps femoral (Higashihara et al., 2015, 2016), e segundo Higashihara et al. (2016), o facto

de o pico de ativação do bíceps femoral na fase final de balanço coincidir com o pico de alongamento do mesmo poderá justificar a maior incidência de lesões dos músculos isquiotibiais no bíceps femoral.

A fadiga tem-se mostrado relevante na ocorrência de lesões nos isquiotibiais durante o jogo de futebol, visto que se tem verificado uma maior frequência deste tipo de lesão no final de cada parte do jogo (Ekstrand et al., 2011; Woods, 2004). Os níveis de força excêntrica dos músculos isquiotibiais diminuem depois de um jogo de futebol (Greig & Siegler, 2009; Jones et al., 2015) e estão associados à redução da atividade neuromuscular do bíceps femoral (Timmins et al., 2014). Corrida intermitente à máxima velocidade influencia a atividade neuromuscular dos isquiotibiais (Pinniger et al., 2000). Os autores verificaram um aumento do tempo de ativação dos músculos isquiotibiais e sugerem que isso serviu para compensar a menor força gerada pelos respectivos músculos.

Os músculos glúteos parecem influenciar de maneira relevante a ocorrências das lesões nos músculos isquiotibiais (Franettovich Smith et al., 2016; Schuermans et al., 2017). O glúteo máximo é frequentemente dividido em porção superior e inferior de acordo com a sua função (Fujisawa et al., 2014; Lyons et al., 1983; Selkowitz et al., 2016). Durante a corrida à máxima velocidade, o glúteo máximo apresenta o pico de ativação na fase de contacto com o pé no solo (Jonhagen et al., 1996) e a sua porção superior exibe maior ativação neuromuscular que a porção inferior durante a corrida a baixa velocidade (Stern et al., 1980). Assim como com o glúteo máximo, o glúteo médio apresenta o seu pico de ativação no contacto com o pé no solo (Semciw et al., 2016). Até ao presente, não existem estudos que verifiquem a ativação neuromuscular destes músculos em fadiga durante a corrida intermitente à máxima velocidade. No entanto, especula-se que a ativação neuromuscular diminua em estado de fadiga (Girard et al., 2008; Mendez-Villanueva et al., 2008) e que essa alteração esteja relacionada com a diminuição na taxa de disparo das unidades motoras e/ou uma diminuição do número de recrutamento das mesmas (Farina et al., 2004).

Compreender o comportamento da atividade neuromuscular dos músculos no compartimento medial dos isquiotibiais, do bíceps femoral, do glúteo máximo e glúteo médio durante um protocolo de corrida intermitente à máxima velocidade permite a identificação de alterações específicas na ativação neuromuscular destes músculos, assim como possíveis mecanismos de compensação neuromuscular. É plausível aceitar que tais alterações poderão contribuir para o processo de lesão. O conhecimento de tais mecanismos é relevante, principalmente em desportos de esforço intermitente como o futebol, para o desenvolvimento de protocolos específicos de prevenção das lesões nos isquiotibiais.

O objetivo principal deste estudo é avaliar o comportamento neuromuscular dos músculos no compartimento medial dos isquiotibiais, do bíceps femoral e dos músculos glúteo médio e máximo durante a corrida intermitente à máxima velocidade. Também se verificou se existem diferenças no padrão de ativação muscular entre participantes que apresentaram maior e menor nível de fadiga ao final do protocolo.





## **II – REVISÃO DE LITERATURA**

---



## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Epidemiologia

No futebol a lesão muscular é um dos maiores problemas para qualquer equipa (Ekstrand et al., 2011). Em equipas europeias profissionais esse tipo de lesão representa 31% no número total de lesões (Ekstrand et al., 2011). O subtipo de lesão mais comum é a lesão nos músculos isquiotibiais, representando 12% de todas as lesões e ocorrendo a maior parte das vezes sem qualquer contacto com outro jogador (Ekstrand et al., 2011) durante a corrida à máxima velocidade (Ekstrand et al., 2012). Uma equipa de elite constituída por 25 jogadores poderá sofrer 5 a 6 lesões no isquiotibiais por época e, aproximadamente, 14 dias serão perdidos para a recuperação de cada atleta (Ekstrand et al., 2011).

No futebol, 84% das lesões nos músculos isquiotibiais incidem no bíceps femoral e 12% e 4% envolvem o semimembranoso e o semitendinoso, respetivamente (Ekstrand, Lee, et al., 2016). Além disso, 70% desse tipo de lesões ocorrem durante a corrida à máxima velocidade ou perto da mesma (Ekstrand et al., 2012). Alguns estudos descrevem o local exato onde a lesão ocorre com mais frequência como sendo na junção miotendinosa (Tidball et al., 1993) da região proximal do bíceps femoral (Brandser et al., 1995; De Smet & Best, 2000; Garrett et al., 1989). E parecem não existir diferenças na incidência deste tipo de lesão entre os dois membros inferiores (Ekstrand, Walden, et al., 2016).

Ekstrand et al. (2011) verificou uma maior incidência desta lesão no final de cada parte do jogo, assim como Woods (2004), chamando os leitores à atenção para o papel da fadiga na ocorrência desta lesão. Bengtsson et al. (2013) investigou o efeito do número de dias entre jogos nos resultados e no número de lesões, e verificando uma associação somente em relação ao número de lesões, principalmente nas lesões do quadríceps e isquiotibiais. A carga física e mental

imposta aos jogadores, principalmente aqueles com menos de 5 dias de intervalo entre jogos, poderá expor os jogadores à lesão (Bengtsson et al., 2013).

Ekstrand, Walden, et al. (2016) acompanharam 36 clubes de 12 países europeus entre 2001 e 2014 com o objetivo de analisar a frequência de lesões dos isquiotibiais e avaliar a contribuição do treino e do jogo nessas mesmas lesões. Os autores concluíram que as lesões dos isquiotibiais aumentaram 4% por ano, mantendo-se estável o número de lesões ocorridas durante o jogo e aumentando o número de lesões ocorridas em treino. Este aumento do número de lesões pode ser explicado pelo facto de grande parte das equipas não criar medidas preventivas para as lesões nos músculos isquiotibiais (Bahr et al., 2015) aliado a um maior número de ações que replicam a natureza do jogo executadas a alta intensidade durante o treino (Ekstrand, Walden, et al., 2016). O Nordic Hamstring Exercise é um exercício capaz de reduzir em 65% e 80% a incidência e recorrência, respetivamente, das lesões nos isquiotibiais em equipas de futebol (Petersen et al., 2011). Submeter os atletas a corridas à máxima velocidade ou perto da mesma reduz o número de lesões nos membros inferiores (Malone et al., 2017), no entanto se a carga não for controlada e os atletas forem sujeitos a aumentos repentinos da mesma, o número de lesões nos músculos isquiotibiais poderá aumentar (Duhig et al., 2016).

É conhecido que um maior número de lesões numa equipa de futebol contribui para uma diminuição da performance (Hagglund et al., 2013), além do mais, quando um jogador da equipa principal se lesiona durante um mês, cerca de 500 000 Euros são gastos (Ekstrand, 2013) na sua recuperação. Sendo assim, é necessário que se entenda melhor os mecanismos deste tipo de lesão de maneira a elaborar programas de prevenção e recuperação com o objetivo de reduzir o número de lesões e melhorar o processo de recuperação dos atletas.

## 2.2 Músculos Isquiotibiais

Os isquiotibiais são constituídos por quatro músculos localizados na parte posterior da coxa: (1) semimembranoso, (2) semitendinoso, (3) cabeça longa do bíceps femoral e (4) cabeça curta do bíceps femoral. Estes músculos atuam na extensão da anca e na flexão do joelho (Ono et al., 2011), bem como na rotação da tíbia (Lynn & Costigan, 2009). Sendo assim, estes músculos são classificados em parte medial (semimembranoso e semitendinoso), atuando assim na rotação interna da tíbia; e em parte lateral (cabeça longa e cabeça curta do bíceps femoral), atuando na rotação externa da tíbia (Onishi et al., 2002). Além disso, são divididos em músculos biarticulares (semimembranoso, semitendinoso e cabeça longa do bíceps femoral) e em músculo monoarticular (cabeça curta do bíceps femoral) dependendo do número de articulações em que eles atuam (Onishi et al., 2002).

O semimembranoso, o semitendinoso e a cabeça longa do bíceps femoral têm a sua origem proximal na tuberosidade isquiática, onde a cabeça longa do bíceps femoral e o semitendinoso partilham o mesmo tendão (Miller et al., 2007; Miller & Webb, 2008). Num estudo recente, Neuschwander et al. (2015) verificou que o semimembranoso também partilha o mesmo tendão em conjunto com a cabeça longa do bíceps femoral e o semitendinoso. Woods (2004) sugere que o músculo bíceps femoral tem uma função triarticular por ter origem na parte inferior do ligamento sacrotuberal (Jonhagen et al., 1994; Vleeming et al., 1995), estando mais sujeito a lesão. O semitendinoso está inserido na parte medial ântero-superior da tíbia (Pagnani et al., 1993) enquanto que o semimembranoso se insere na parte medial pósterio-superior da mesma (Agur & Dalley, 2008; Drake et al., 2010). Alguns estudos já identificaram outras inserções deste último (De Maeseneer et al., 2014). A cabeça curta do bíceps femoral surge do bordo lateral da linha áspera da linha supracondilar do fémur e do septo intermuscular lateral (Woodburne & Burkel, 1994) inserindo-se juntamente com a cabeça longa na parte proximal da tíbia (Last & McMinn, 1994), embora outros pontos de inserção já tenham sido referidos na literatura (Tubbs et al., 2006). Segundo Woods (2004) o facto deste se inserir na

cabeça da fíbula também poderá ser um fator que predispõe este músculo a lesão se uma anterior lesão no joelho ou no tornozelo resultar numa alteração da articulação tibiofibular superior.

Cada um dos músculos dos isquiotibiais é morfologicamente e funcionalmente diferente (Kellis et al., 2012; Woodley & Mercer, 2005). O músculo semitendinoso é constituído por fibras que estão orientadas paralelamente à linha de força, o que demonstra um maior potencial para contrair em longas distâncias (Kellis et al., 2012; Makiyara et al., 2006) e portanto, maior ativação em ângulos de flexão do joelho mais profundos (Makiyara et al., 2006; Onishi et al., 2002). Woodley & Mercer (2005) observaram que o semitendinoso tem duas regiões distintas (região superior e região inferior) de fascículos musculares com o mesmo comprimento e em série, separadas por uma inscrição tendinosa no ventre muscular. Cada uma das regiões é innervada por um nervo periférico diferente (Woodley & Mercer, 2005). Kubota et al. (2007) e Ono et al. (2010a) verificaram que o músculo semitendinoso é preferencialmente recrutado em exercício excêntrico intenso de flexão de joelho devido às suas propriedades morfológicas ao lidar de forma eficaz com o estiramento durante a contração. Baczowski et al. (2006) constataram que o semitendinoso também era preferencialmente recrutado durante o remate em jogadores de futebol australiano.

Por outro lado, o semimembranoso e a cabeça longa do bíceps femoral são constituídos por fibras oblíquas à linha de força, sendo os músculos dos isquiotibiais com maior área de secção transversal (Kellis et al., 2012; Woodley & Mercer, 2005). Ono et al. (2011) observou que estes músculos são preferencialmente recrutados comparativamente ao semitendinoso durante a extensão da anca, visto que estes movimentos exigem maior torque. A cabeça curta do bíceps femoral é o músculo com menor comprimento e área de secção transversal, apesar disso contém fascículos longos (Kellis et al., 2012; Woodley & Mercer, 2005).

Garrett et al. (1984) descreveu a composição do tipo de fibra dos músculos isquiotibiais como sendo constituída maioritariamente por fibras do tipo II, e propôs que por essa razão este grupo muscular estará mais sujeito a lesão. Recentemente,

Evangelidis et al. (2016), através de métodos mais atualizados, verificou que os músculos isquiotibiais apresentam uma percentagem equilibrada dos vários tipos de fibra, e sendo assim, a composição das fibras dos músculos isquiotibiais não explicam a grande incidência de lesões neste grupo muscular.

## **2.3 Músculos Glúteos**

O glúteo máximo é um extensor primário da anca (Williams et al., 1995), rotador externo (Delp et al., 1999), e contribui também para a abdução da anca (Williams et al., 1995). Este músculo insere-se proximalmente na fáscia do glúteo médio, do ilíio, da fáscia toracolombar, da aponeurose dos eretores da espinha, dos ligamentos da articulação sacroilíaca, do ligamento sacrotuberal, do sacro e do cóccix (Barker et al., 2014). Distalmente, este músculo insere-se na banda iliotibial e na tuberosidade glútea (Barker et al., 2014; Stecco et al., 2013). Visto que grande parte das fibras musculares do glúteo máximo atravessam perpendicularmente a articulação sacroilíaca, uma contração do glúteo máximo produz forças de compressão nesta articulação (Barker et al., 2014). As inserções proximais e distais do glúteo máximo permitem que exista uma transferência de forças entre a coluna vertebral, pélvis e joelho (Stecco et al., 2013).

Vários estudos dividem o glúteo máximo em porção superior e inferior de acordo com a sua função (Fujisawa et al., 2014; Lyons et al., 1983; Selkowitz et al., 2016). Ambas as porções do glúteo máximo contribuem igualmente para a extensão da anca, enquanto que a porção superior contribui mais para a abdução e rotação externa da anca, comparativamente a porção inferior (Selkowitz et al., 2016). No entanto, em ângulos elevados de flexão da anca as fibras superiores do glúteo máximo tornam-se rotadores internos da anca (Delp et al., 1999).

O glúteo máximo é o músculo com maior área de secção transversal dos membros inferiores (Ito, 1996; Ward et al., 2009) e contém fascículos longos e oblíquos à linha de força (Barker et al., 2014; Ward et al., 2009). Atualmente existem

2 estudos que estudam o tipo de fibra muscular do glúteo máximo (Johnson et al., 1973; Sirca & Susec-Michieli, 1980). Os resultados demonstram um equilíbrio entre o número de fibras do tipo I e do tipo II.

O glúteo médio é um músculo abdutor primário da anca (Clark & Haynor, 1987), e que, dependendo de sua porção, contribui também para a rotação externa, rotação interna e extensão da anca (Neumann, 2010). Este músculo surge da superfície externa do íliaco entre a linha glútea anterior e posterior (Al-Hayani, 2009; Moore & Dalley, 1999; Standring et al., 2008), além desta, a aponeurose glútea (Al-Hayani, 2009; Standring et al., 2008) e a crista ilíaca (Basarir et al., 2008; Nork et al., 2005; Zhang et al., 2008) são origens também já referidas na literatura. Distalmente insere-se no grande trocânter mas com muita controvérsia acerca do local exato da inserção (Flack et al., 2012). Numa revisão de literatura realizada por Flack et al. (2012) foi descrito que não existe consenso quanto ao número de inserções distais deste músculo.

Frequentemente o glúteo médio é dividido em 3 regiões: anterior, média e posterior (Clark & Haynor, 1987; Dostal et al., 1986; Soderberg & Dostal, 1978). A partir da posição anatômica, além da contribuição de todas as fibras para a abdução da anca, as fibras anteriores contribuem para a rotação interna e as fibras posteriores contribuem para a rotação externa e extensão (Neumann, 2010). No entanto, em ângulos elevados de flexão da anca, as fibras posteriores do glúteo médio tornam-se rotadores internos da anca (Delp et al., 1999).

As regiões anterior e média do glúteo médio contêm fibras orientadas na vertical enquanto que as fibras posteriores estão orientadas na horizontal (Al-Hayani, 2009; Flack et al., 2014). No entanto não existem diferenças no comprimento dos fascículos entre as diferentes regiões (Flack et al., 2014). O glúteo médio corresponde a 5,9% do peso total dos membros inferiores, cerca de metade do peso do glúteo máximo (Ito, 1996), e é o músculo com maior área de secção transversal entre os músculos abdutores primários (Flack et al., 2014).



## **2.4 Fisiopatologia das lesões nos isquiotibiais**

Os jogadores de futebol passam a maior parte do tempo a correr a baixas velocidades (Osgnach et al., 2010), no entanto a ação mais frequente antes do golo é a corrida à máxima velocidade sem oposição e sem a posse da bola (Faude et al., 2012). Além disso, como referido anteriormente, 70% das lesões nos músculos isquiotibiais ocorrem durante a corrida à máxima velocidade ou perto da mesma (Ekstrand et al., 2012). Por estas razões, é importante entender o comportamento dos músculos isquiotibiais durante a corrida à máxima velocidade se queremos uma menor incidência deste tipo de lesão e uma recuperação o mais eficiente e eficaz possível.

Segundo Jonhagen et al. (1996) e Yu et al. (2008) os músculos isquiotibiais estão ativos durante toda a fase do ciclo da passada com dois picos de atividade; (1) um na fase final de balanço e (2) outro na fase inicial de contacto com o pé no solo. Higashihara et al. (2015) verificaram diferentes perfis de atividade electromiográfica entre os músculos isquiotibiais, sendo que, (1) os músculos no compartimento medial dos isquiotibiais apresentam um pico de ativação na fase final do contacto com o pé no solo e outro na fase de balanço no momento de flexão da anca e que o joelho começa a transição de uma ação de flexão para uma de extensão, e (2) o bíceps femoral apresenta um pico de ativação imediatamente antes e outro imediatamente após o contacto com o pé no solo.

Muitos estudos têm sido conduzidos com o objetivo de entender os mecanismos de lesão dos músculos isquiotibiais durante a corrida. Inicialmente, Mann & Sprague (1980) e Mann (1981) sugeriram que os isquiotibiais se encontram em risco de lesão durante a fase inicial de apoio, ao demonstrar que o máximo instante de flexão e extensão do joelho e da anca, respetivamente, ocorre nesta fase da corrida à máxima velocidade. Yu et al. (2008) demonstrou que os isquiotibiais contraem excentricamente na fase final de apoio durante a corrida assim como na fase final de balanço, sugerindo que nestas fases o atleta poderá sofrer uma rotura neste grupo muscular. Outros estudos (Chumanov et al., 2007,

2011; Heiderscheit et al., 2005; Higashihara et al., 2016; Schache et al., 2012; Thelen, Chumanov, Best, et al., 2005; Thelen, Chumanov, Hoerth, et al., 2005; Thelen et al., 2006) sugerem que os isquiotibiais estão mais propícios a sofrer lesão na fase final de balanço da corrida, antes do contacto inicial do pé no solo, visto que só nessa altura ocorre uma contração excêntrica deste grupo muscular para desacelerar a perna enquanto o joelho estende.

Recentemente, Sun et al. (2015) analisou o momento articular na anca, no joelho e no tornozelo durante a corrida à máxima velocidade. Na fase final de balanço, a inércia da perna causou a flexão da anca e extensão do joelho ao mesmo tempo e, para contrariar esse movimento, os isquiotibiais contraíam, dando início à extensão da anca e flexão do joelho. Nesta altura os músculos isquiotibiais estavam sujeitos a cargas cerca de 10 vezes o peso corporal. O maior contribuidor para estes elevados momentos articulares foi a aceleração angular da perna. Na fase inicial de contacto com o pé no solo, a força de reação do solo passava anteriormente à anca e ao joelho gerando, um momento externo de flexão da anca, e um momento externo de extensão do joelho. A carga exercida nos músculos isquiotibiais correspondia a pelo menos 8 vezes o peso corporal. Deste modo, os autores concluíram que as lesões dos músculos isquiotibiais ocorrem na fase final de balanço e no contacto inicial com o pé no solo apesar de pouca informação existir sobre os mecanismos de lesão dos músculos isquiotibiais neste estudo. Além do mais, as roturas musculares ocorrem durante contrações excêntricas (Garrett, 1996). O máximo alongamento do complexo músculo-tendão dos músculos isquiotibiais acontece na fase final de balanço (Higashihara et al., 2016; Thelen, Chumanov, Best, et al., 2005) e coincide com o pico de ativação do bíceps femoral. No semitendinoso, o pico de alongamento ocorre mais tarde que o pico de ativação neuromuscular no ciclo da passada na corrida à máxima velocidade (Higashihara et al., 2016).

Revendo a literatura neste tópico parece existir pouca evidência que mostre que uma lesão nos músculos isquiotibiais possa ocorrer durante a fase inicial do

contacto com o pé no solo. A fase final de balanço durante a corrida à máxima velocidade parece ser onde ocorrem as lesões nos músculos isquiotibiais.

## **2.5 Fadiga**

A fadiga parece ser um fator relevante na ocorrência das lesões nos músculos isquiotibiais. Por exemplo, é no fim de cada parte de um jogo de futebol onde se observa uma maior frequência deste tipo de lesão (Ekstrand et al., 2011; Woods, 2004) e níveis de força excêntrica dos músculos isquiotibiais são inferiores aos níveis de força antes do jogo (Greig & Siegler, 2009; Jones et al., 2015). A consequência desta perda de força é a menor capacidade dos músculos isquiotibiais em desacelerar a perna na fase final de balanço durante a corrida (Jones et al., 2015). Timmins et al. (2014) demonstrou uma redução da atividade neuromuscular do bíceps femoral na fase excêntrica de flexão do joelho realizada em um dinamômetro isocinético após a realização de um protocolo de corrida intermitente à máxima velocidade, enquanto que no compartimento medial dos isquiotibiais não houveram diferenças significativas pré e pós fadiga. Uma diminuição mais acentuada da força excêntrica dos flexores do joelho foi associada à redução da atividade neuromuscular do bíceps femoral (Timmins et al., 2014).

O efeito da fadiga na cinemática da corrida causada por esforços dinâmicos repetidos foi analisada em dois estudos (Pinniger et al., 2000; Small et al., 2009) com resultados contraditórios, possivelmente por terem sido utilizados diferentes protocolos. O protocolo criado por Pinniger et al. (2000) foi fisicamente mais exigente do que aquele utilizado por Small et al. (2009).

Pinniger et al. (2000) verificou uma diminuição da flexão da anca e do joelho durante a fase de balanço na altura de maior extensão do joelho. Segundo os autores, o aumento da extensão do joelho terá ocorrido devido a uma menor capacidade dos músculos isquiotibiais para controlarem o movimento de rotação da perna. A menor flexão da anca pode ter ocorrido devido ao fim antecipado da

ativação neuromuscular do reto femoral e a uma ativação neuromuscular antecipada do semitendinoso e do bíceps femoral, visto que estes são músculos que controlam o movimento da coxa em relação à anca (Pinniger et al., 2000). Além disso, os autores sugerem que o início antecipado e aumento do tempo de atividade neuromuscular do semitendinoso e do bíceps femoral será uma estratégia para compensar a perda na capacidade para gerar força dos músculos isquiotibiais (Pinniger et al., 2000). Se a capacidade de um músculo para absorver energia é negativamente afetada pela perda da capacidade de gerar força (Garrett, 1990), então, a taxa de absorção de energia pelos músculos isquiotibiais aumentará se uma ativação neuromuscular destes músculos não ocorrer (Pinniger et al., 2000).

Small et al. (2009) observou uma redução na flexão da anca e no ângulo de extensão do joelho, ou seja, com a instalação da fadiga houve uma diminuição do comprimento do complexo músculo-tendão dos músculos isquiotibiais. Esta diminuição aliada a uma maior velocidade angular da perna, que também não vai de encontro ao resultado do estudo de Pinniger et al. (2000), poderá resultar num “efeito de chicote” na perna (Tupa, 1995), gerando uma maior tensão no complexo músculo-tendão aumentando o risco de lesão (Small et al., 2009). Além disso, ainda se soma a tensão provocada pelo aumento da anteversão pélvica em condição de fadiga (Small et al., 2009). A maior inclinação do tronco e anteversão pélvica poderão aumentar o risco de lesão nos isquiotibiais devido ao consequente aumento de comprimento dos mesmos (Hoskins & Pollard, 2005).

Em ambos os estudos se verificou uma diminuição do comprimento da passada mas a explicação para este fenómeno foi diferente. Pinniger et al. (2000) justificou o ocorrido com o aumento do tempo na fase de balanço. Uma maior extensão da anca na fase final de contacto com o pé no solo exige que a perna percorra uma maior distância até ao contacto com o pé no solo (Pinniger et al., 2000). Small et al. (2009) atribuiu o menor comprimento da passada à menor flexão e extensão da anca e do joelho, respetivamente.

A relação entre a fadiga na corrida à máxima velocidade e as lesões nos músculos isquiotibiais ainda não é bem compreendida, portanto este tópico requer mais investigação no futuro.

## **2.6 Influência do glúteo máximo e médio na incidência de lesões nos músculos isquiotibiais**

O glúteo máximo tem como principais funções controlar a flexão do tronco do membro que se encontra em contacto com o solo e desacelerar o movimento do membro inferior contralateral durante a corrida (Lieberman et al., 2006). Na fase de contacto com o pé no solo, onde o glúteo máximo controla a flexão do tronco, promove a extensão da anca (Lieberman et al., 2006) e contribui para o suporte vertical durante a corrida (Hamner et al., 2010), verifica-se o seu pico de ativação neuromuscular (Bartlett et al., 2014). Além disso, a porção superior do glúteo máximo apresenta maior ativação neuromuscular que a porção inferior durante a corrida a baixa velocidade (Stern et al., 1980). Previamente foi sugerido que a porção superior do glúteo máximo contribui mais que a porção inferior para a abdução da anca durante a corrida (Lyons et al., 1983; Stern et al., 1980) e a porção inferior do glúteo máximo controla a inclinação do tronco (Bartlett et al., 2014).

O glúteo médio, durante a corrida, tem como função principal assistir na absorção da força de reação do solo (Hamner et al., 2010; Lenhart et al., 2014). A força de pico deste músculo ocorre na fase inicial de contacto com o pé no solo (Lenhart et al., 2014), contribuindo, pela metade, para o suporte vertical juntamente com o glúteo máximo e o adutor magno (Hamner et al., 2010). Devido à sua morfologia, o glúteo médio, é capaz de gerar torques de abdução elevados para manter o equilíbrio entre o fémur e a pélvis no plano frontal (Dostal et al., 1986; Flack et al., 2014).

A atividade eletromiografica do glúteo médio aumenta progressivamente desde o instante em que o pé perde contacto com o solo até a fase inicial de

contacto com o pé no solo, onde apresenta o seu pico de ativação (Semciw et al., 2016). Apenas um estudo apresentou um padrão bifásico de ativação do glúteo médio, com um segundo pico de ativação na fase final de contacto com o pé no solo (Gazendam & Hof, 2007).

Os músculos glúteo máximo e médio permitem que exista uma transferência de forças entre os membros inferiores e o tronco (Lieberman et al., 2006; Semciw et al., 2013). A alteração da atividade neuromuscular dos mesmos está associada ao aparecimento de várias lesões nos membros inferiores (Azevedo et al., 2009; Barton et al., 2013; Franettovich et al., 2010; Franettovich Smith et al., 2016; Franettovich Smith et al., 2014; Hall et al., 2015; Morrissey et al., 2012; Schuermans et al., 2017; Sims et al., 2002).

Sugiura et al. (2008) verificou que baixos níveis de força dos músculos extensores da anca estavam associados a uma maior probabilidade de incidência de lesões nos músculos isquiotibiais, porém, os autores não identificaram se essa perda de força era consequência de algum músculo individual dos músculos extensores da anca.

Franettovich Smith et al. (2016) investigou em 26 atletas da liga profissional de futebol australiano a influência do tamanho e ativação do glúteo médio na incidência de lesão nos músculos isquiotibiais. Os autores observaram que as lesões nos músculos isquiotibiais ocorriam nos jogadores com maior ativação neuromuscular do glúteo médio durante a corrida.

Recentemente, foi identificada uma associação entre a ocorrência de lesões nos músculos isquiotibiais e o nível de atividade neuromuscular do glúteo máximo em atletas amadores de futebol (Schuermans et al., 2017). Os autores deste estudo identificaram previamente à ocorrência de lesão uma menor ativação neuromuscular do glúteo máximo e da musculatura do tronco durante a fase anterior e posterior de balanço, respetivamente.

Estes estudos mostram-nos a importância de entender o papel dos glúteos máximo e médio durante a corrida na incidência de lesões nos músculos isquiotibiais.

### **III - OBJETIVOS E HIPÓTESES**

---





### **3. OBJETIVOS E HIPÓTESES**

#### **3.1 Objetivos**

- Avaliar o comportamento neuromuscular dos músculos no compartimento medial dos isquiotibiais, do bíceps femoral, do músculo glúteo médio e da porção superior e inferior do glúteo máximo durante a corrida intermitente à máxima velocidade;
- Comparar ativação neuromuscular dos músculos no compartimento medial dos isquiotibiais, do bíceps femoral e dos músculos glúteo médio e máximo durante a corrida intermitente à máxima velocidade entre participantes com maior e menor nível de fadiga.

#### **3.2 Hipóteses**

- Diminuição da atividade neuromuscular, em todos os músculos, ao longo do protocolo e em todas as fases do ciclo da passada;
- Maior atividade neuromuscular, em todos os músculos e fases do ciclo da passada, no grupo de participantes que apresenta maior nível de fadiga.



#### **IV - MÉTODOS**

---



## 4. MÉTODOS

### 4.1 Participantes

Para este estudo foram selecionados indivíduos do sexo masculino (Tabela 1) que praticavam modalidades desportivas que envolviam corrida. Foi considerada atividade recreacional a prática dessas modalidades, pelo menos, uma vez por semana com duração mínima de 60 minutos e prática regular à, no mínimo, 3 meses. Participantes com histórico de lesões nos isquiotibiais, ou que sofreram lesão na região lombar ou nos membros inferiores durante o último ano, ou com qualquer disfunção que não permita a prática de corrida sem qualquer restrição não participaram no estudo. Todos os participantes só participaram após aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos (Identificação do projeto: CAAE 62609516.1.0000.0118; Número do Parecer: 2.144.992) e depois de assinarem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

**Tabela 1.** Caracterização geral dos participantes.

	Média (N=20)	Desvio Padrão (N=20)
Idade (anos)	25,90	4,78
Massa (Kg)	78,69	14,01
Estatura (metros)	1,74	0,06
Frequência semanal do treino (dias)	2,75	1,68
Duração do treino (minutos)	65,25	31,72

Legenda: N= número de participantes.

## 4.2 Instrumentos

A análise eletromiográfica de superfície dos músculos no compartimento medial dos isquiotibiais e do bíceps femoral e dos músculos glúteos foi realizada através de um sistema Wireless de EMG, Noraxon Direct Transmission System (DTS) a uma frequência de amostragem de 1500 Hz. O MyoMuscle foi o software de eletromiografia utilizado para aquisição, processamento e análise dos dados. Uma câmara Casio registrando imagens a uma frequência de amostragem de 210 Hz foi utilizada para identificar as diferentes fases do ciclo da corrida. Foi utilizado um dispositivo de sincronização Noraxon Myosync para a sincronização do vídeo com o sinal eletromiográfico. As imagens foram analisadas no software kinovea - 0.8.25. A escala de Borg de 10 pontos (Category Ratio Scale – CR 10) foi aplicada para classificar o esforço subjetivo dos sujeitos.

## 4.3 Protocolo Experimental

Inicialmente foram feitas as medidas antropométricas (peso e altura) dos sujeitos e apontou-se a sua idade.

Inicialmente, os procedimentos necessários para a análise eletromiográfica foram realizados. Após a depilação com uma lâmina descartável e com algodão embebido em álcool, os elétrodos foram colocados acima dos músculos pretendidos depois da sua palpação durante uma contração isométrica. Durante este procedimento os participantes foram posicionados em decúbito ventral ou em decúbito lateral esquerdo em uma marquete. Foram utilizados elétrodos bipolares Ag/AgCl colocados a uma distância de 20mm entre si. Para o bíceps femoral, os elétrodos foram posicionados sobre o ponto médio de uma linha traçada entre a tuberosidade isquiática e o epicôndilo lateral do fêmur (Hermens et al., 1999). Para os músculos do compartimento medial, os elétrodos foram posicionados no ponto médio da linha que liga a tuberosidade isquiática e o epicôndilo medial do fêmur

(Hermens et al., 1999). Os eletrodos referentes as fibras superiores do glúteo máximo foram colocadas em uma largura de dois dedos acima do ponto médio de uma linha traçada entre a espinha íliaca pósterio-superior e o trocânter (Fujisawa et al., 2014). Os eletrodos referentes as fibras inferiores do glúteo máximo foram colocados abaixo do ponto médio da mesma linha. Já os eletrodos referentes ao glúteo médio foram colocados no ponto médio da linha entre a crista íliaca e o trocânter (Fujisawa et al., 2014). Para o glúteo médio, os elétrodos foram posicionados no ponto médio da linha entre a crista íliaca e o trocanter (Fujisawa et al., 2014).

A normalização do sinal eletromiográfico foi feita pelo valor máximo da atividade eletromiográfica durante uma contração isométrica voluntária máxima (CVM) dos respectivos músculos sendo avaliados. Para os isquiotibiais, os participantes foram colocados em posição decúbito ventral em cima de uma marquês, e realizaram uma contração isométrica máxima, resistindo à força exercida pela mão do investigador imediatamente acima do calcâneo (Konrad, 2005). Para a avaliação do glúteo máximo (ambas as porções), o participante foi posicionado em decúbito ventral, com flexão de 90 graus de joelho, e realizou a extensão da anca (Contreras et al., 2015). Para a avaliação do glúteo médio, o paciente foi posicionado em decúbito lateral, com extensão de joelho e anca neutra, e realizou uma abdução de quadril (Bernard et al., 2017). A CVM foi realizada duas vezes em cada posição, mantendo a contração por 5 segundos contra uma resistência manual. Antes da realização da CVM válida para cada posição foi feito um aquecimento constituído por duas repetições a 60% e 80% da CVM do mesmo movimento.

Após os testes de CVM, os sujeitos realizaram um aquecimento dividido em duas partes. Na primeira parte, os sujeitos correram lentamente durante 140 metros. Na segunda parte, os mesmos realizaram 3 repetições de 25 metros a 60%, 80% e 100% da sua velocidade máxima, respetivamente. Caso os sujeitos ainda não se sentissem em condições de realizar a última repetição a 100% da sua velocidade

máxima, era adicionada uma repetição a 80% da sua velocidade máxima. Após cada repetição foram dados 10 metros para a desaceleração, seguido de uma caminhada até à linha de partida. Os sujeitos realizaram a repetição seguinte quando se sentiam prontos.

Em seguida, os sujeitos começaram com o protocolo que consistia em 15 repetições de 25 metros de corrida à máxima velocidade (Figura 1). Após chegar à marca dos 25 metros, foram dados aos sujeitos 10 metros para desacelerar e a partir daí era dado 1 minuto de descanso até à próxima repetição. Entretanto os sujeitos caminhavam até à linha de partida. No fim de cada repetição foi utilizada a escala de Borg de dez pontos de maneira a classificar a perceção subjetiva de esforço dos sujeitos.

Em cada repetição, os sujeitos foram filmados por uma câmara Casio de 210 Hz, colocada na metade do percurso, de maneira a que se pudessem identificar as fases do ciclo da passada. Para realizar a sincronização, o Noraxon MyoSync imitia uma luz capturada pela câmara e pelo software MyoMuscle cada vez que o sujeito passava a marca dos 10 e 25 metros.

**Figura 1.** Percurso do protocolo experimental.





#### 4.4 Análise de dados

Cada coleta consistia na análise do ciclo da passada da perna dominante, durante a corrida à máxima velocidade. O ciclo da passada foi definido como o tempo decorrido desde o primeiro contacto com o pé da perna dominante no solo até ao seguinte contacto do mesmo pé com o solo e foi selecionada para as análises o ciclo central do percurso. Este foi dividido em 5 fases: (i) fase de apoio inicial, começa com o início do contacto com o pé da perna analisada no solo e termina na metade do tempo que leva desse evento até ao momento que esse mesmo pé perde contacto com o solo; (ii) fase de apoio final, começa no fim da fase de apoio inicial e termina quando o pé da perna analisada perde contacto com o solo; (iii) fase de decolagem, começa 50 ms antes e termina 50 ms após a perda de contacto do pé com o solo; (iv) fase de balanço inicial, começa quando o pé da perna analisada perde contacto com o solo e termina com perda de contacto do pé contra lateral com o solo; (v) fase de balanço final, começa com a perda de contacto do pé contra lateral com o solo e termina no contacto do pé da perna analisada com o solo.

Em cada repetição do protocolo, os dados eletromiográficos referentes ao ciclo central do percurso foram registrados para posterior análise.

Considerarou-se para o sinal eletromiográfico:

- Filtro passa-banda de 10-500 Hz;
- O valor quadrático médio (RMS) com janelamento de 50ms.

Antes de cada repetição foi utilizada uma escala de esforço (escala de Borg de dez pontos) de maneira a classificar a percepção subjetiva de esforço dos atletas.

O programa usado para a análise dos dados eletromiográficos foi o software myoMUSCLE. A média do sinal eletromiográfico normalizado foi calculada em cada repetição para cada fase do ciclo da corrida.

Os participantes foram, posteriormente, divididos em 2 grupos (Tabela 3): os que apresentaram valores superiores a 5 (maior nível de fadiga) e os que apresentaram valores inferiores a 5 na escala de Borg (menor nível de fadiga) antes

do início da última repetição do protocolo. Os participantes que apresentaram valores iguais a 5 não foram incluídos para essas análises.

A atividade neuromuscular foi categorizada em diferentes níveis: baixa, entre 0–20% da CVM; moderada entre 21–40% CVM; alta entre 41–60% da CVM; e muito alta, acima de 60% CVM (Escamilla et al. (2010).

Parâmetros de desfecho:

- Média do sinal eletromiográfico, expressa em percentual da contração voluntária máxima (%CVM)
- Resultado do questionário de percepção de esforço, expressa em pontos – variando entre zero e 10.

#### **4.5 Estatística**

Para a caracterização dos dados foram utilizados procedimentos da estatística descritiva, com a identificação dos valores de média, desvio padrão ou intervalo de confiança de 95%, dos parâmetros de desfecho para o grupo de participantes.

Foram utilizadas cinco análises de variância multivariada (MANOVA) de medidas repetidas, uma para cada fase do ciclo da corrida, para verificar alterações na atividade neuromuscular dos músculos no compartimento medial dos isquiotibiais, do bíceps femoral e dos músculos glúteo médio e máximo ao longo do protocolo de fadiga; as repetições de corrida à máxima velocidade (15 repetições) foram consideradas como fator de medidas repetidas, e a ativação neuromuscular como variável dependente. Adicionalmente, mais cinco análises de variância multivariada (MANOVA) de medidas repetidas, uma para cada fase do ciclo da corrida, foram utilizadas para identificar alterações na ativação neuromuscular entre os participantes com maior e menor nível de fadiga; para estas análises foram incluídas somente as três repetições finais do protocolo (como fator de medidas repetidas), o grupo referente ao nível de fadiga como fator independente entre-participantes (mais vs menos fadiga), e a atividade neuromuscular como variável

dependente. Quando interações estatisticamente significativas foram encontradas, foi utilizado o pos-hoc de Fisher LSD para identificar as diferenças entre as variáveis (repetição x músculo x fase). Todos os procedimentos estatísticos foram realizados no Statistica versão 8 (Statsoft, Tulsa, EUA), com um nível de significância de  $p < 0,05$ .



## **V - RESULTADOS**

---



## 5. RESULTADOS

As médias da atividade neuromuscular de cada músculo, repetição e fase estão apresentadas nas figuras 1, 2, 3, 4 e 5. Na tabela 2, estão as comparações entre a primeira e a última repetição, a apresentação de tais comparações é meramente ilustrativa visto que no modelo estatístico todas as 15 repetições foram comparadas. A ANOVA multifatorial identificou interações entre todos os fatores e a variável dependente (repetições x fases x músculos;  $F=3,263$ ;  $p < 0,001$ ).

Na fase de apoio inicial, somente a porção superior do glúteo máximo não apresentou diferenças significativas entre a primeira e a última repetição (Tabela 2;  $p = 0,352$ ). Porém, a porção superior do glúteo máximo exibiu diferenças significativas entre outras repetições durante o protocolo, apresentando maior ativação neuromuscular nas repetições 4 e 13 e menor ativação neuromuscular nas repetições 5 e 10 (Figura 2). Durante todo o protocolo a ativação neuromuscular foi muito alta. A ativação neuromuscular da porção inferior do glúteo máximo diminuiu significativamente entre a primeira e a última repetição (Tabela 2;  $p < 0,001$ ), exibindo uma diminuição significativa da primeira para a oitava repetição e um grande número de diferenças significativas entre repetições a partir desta (Figura 2). A ativação neuromuscular deste músculo começou muito alta e terminou alta. Durante o protocolo a mesma alternou entre muito alta e alta. O glúteo médio foi o músculo que mais diferenças significativas apresentou entre repetições, durante o protocolo (Figura 2). A ativação neuromuscular deste músculo aumentou significativamente entre a primeira e a última repetição (Tabela 2;  $p < 0,001$ ) e manteve-se muito alta durante todo o protocolo, excepto na repetição 13. O bíceps femoral exibiu maior ativação neuromuscular na primeira repetição em relação à última ( $p < 0,001$ ) e em relação a todas as outras (Figura 2). A menor ativação neuromuscular apresentada por este músculo foi na repetição 12 (Figura 2) mas manteve-se muito alta durante todo o protocolo. A ativação neuromuscular dos

músculos do compartimento medial dos isquiotibiais diminuiu significativamente entre a primeira e a última repetição (Tabela 2;  $p < 0,001$ ) e foi maior nas primeiras 3 repetições do que nas últimas 3 (Figura 2). Durante o protocolo, a ativação neuromuscular do mesmo manteve-se alta, excepto na última repetição.

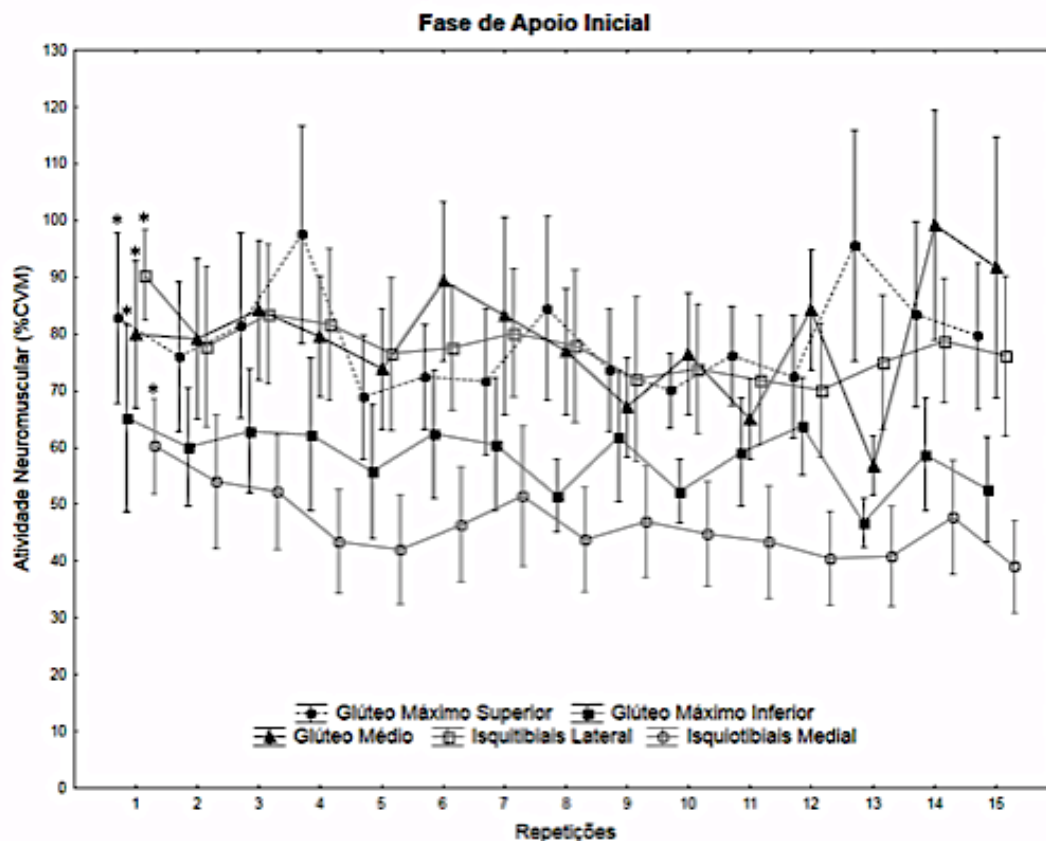
**Tabela 2.** Descrição da 1ª e 15ª repetição.

		1ª repetição		15ª repetição		LSD
		Média	DP	Média	DP	$p$
<b>Glúteo máximo superior</b>	Fase de apoio inicial	82,84	32,13	79,68	27,56	0,352
	Fase de apoio final	20,03	11,60	17,47	7,84	0,451
	Fase de decolagem	23,69	17,21	25,37	16,05	0,619
	Fase de balanço inicial	34,60	18,02	29,20	12,11	0,112
	Fase de balanço final	54,99	14,98	68,89	31,01	<b>&lt;0,001</b>
<b>Glúteo máximo inferior</b>	Fase de apoio inicial	65,23	35,11	52,66	19,68	<b>&lt;0,001</b>
	Fase de apoio final	16,52	9,00	19,08	11,69	0,450
	Fase de decolagem	7,67	2,06	17,15	12,82	<b>0,005</b>
	Fase de balanço inicial	17,88	9,17	20,89	10,99	0,375
	Fase de balanço final	51,49	17,21	47,73	19,19	0,269
<b>Glúteo Médio</b>	Fase de apoio inicial	79,96	27,55	91,70	48,99	<b>&lt;0,001</b>
	Fase de apoio final	22,77	8,59	23,38	11,44	0,857
	Fase de decolagem	22,51	9,25	27,38	14,56	0,152
	Fase de balanço inicial	22,06	8,26	24,81	12,69	0,419
	Fase de balanço final	50,81	21,22	53,07	23,99	0,507
<b>Isquiotibiais lateral</b>	Fase de apoio inicial	90,42	16,93	76,12	29,96	<b>&lt;0,001</b>
	Fase de apoio final	35,01	13,95	25,29	10,99	<b>0,004</b>
	Fase de decolagem	17,94	6,29	13,30	5,82	0,171
	Fase de balanço inicial	23,02	7,08	25,19	9,56	0,524
	Fase de balanço final	82,14	8,53	81,72	21,80	0,902
<b>Isquiotibiais medial</b>	Fase de apoio inicial	60,24	17,82	39,00	17,37	<b>&lt;0,001</b>
	Fase de apoio final	35,75	15,81	24,57	11,75	<b>0,001</b>
	Fase de decolagem	19,94	7,55	14,92	8,39	0,140
	Fase de balanço inicial	25,14	12,94	23,61	11,44	0,652
	Fase de balanço final	78,16	23,24	66,92	28,04	<b>&lt;0,001</b>

**Legenda:** DP= desvio padrão. Teste LSD ( $p < 0,05$ ). Glúteo máximo superior= porção superior do glúteo máximo. Glúteo máximo inferior= porção inferior do glúteo máximo. Isquiotibiais lateral= bíceps femoral. Isquiotibiais medial= músculos no compartimento medial dos isquiotibiais.



**Figura 2.** Fase de apoio inicial: média e intervalo de confiança de 95% da atividade neuromuscular em cada repetição.



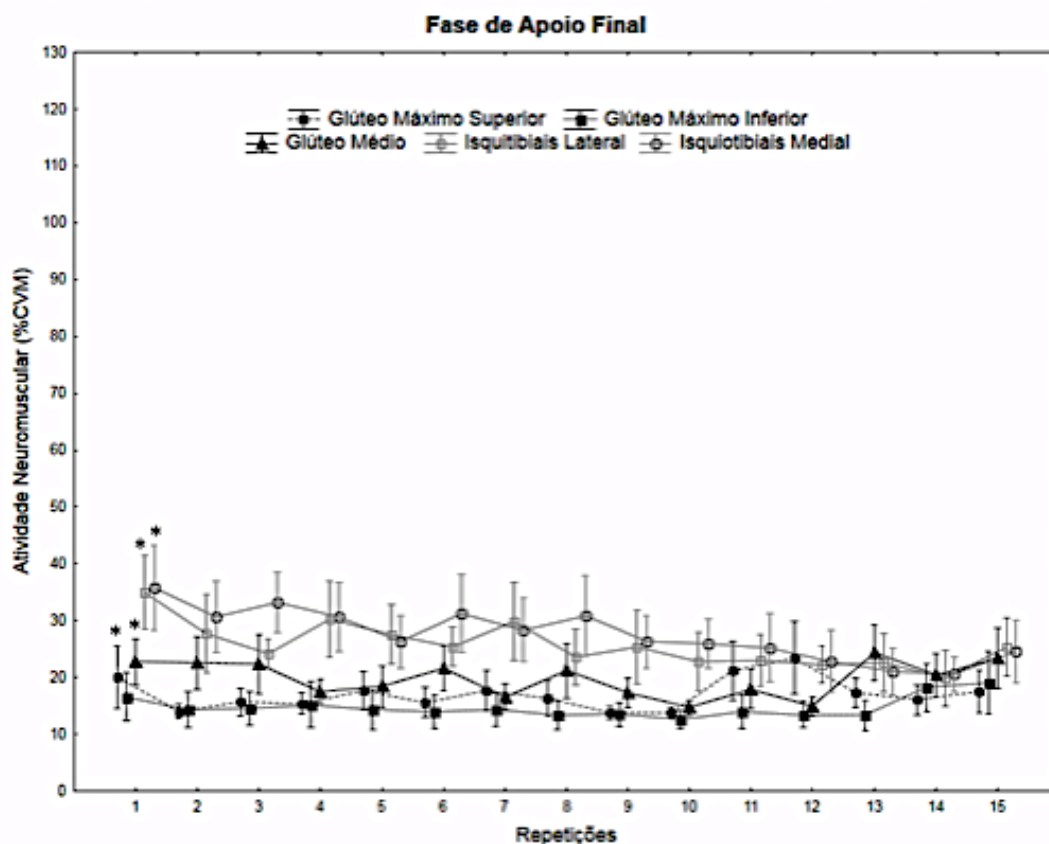
**Legenda:** Glúteo máximo superior= porção superior do glúteo máximo. Glúteo máximo inferior= porção inferior do glúteo máximo. Isquiotibiais lateral= bíceps femoral. Isquiotibiais medial= músculos no compartimento medial dos isquiotibiais.

\*, diferença estatisticamente significativa nos respectivos músculos entre as seguintes repetições (Repetição-Repetição): Glúteo Máximo Superior: 1-2; 1-4; 1-5; 1-6; 1-7; 1-9; 1-10; 1-11; 1-12; 1-13; 2-4; 2-5; 2-8; 2-11; 2-13; 2-14; 3-4; 3-5; 3-6; 3-7; 3-9; 3-10; 3-12; 3-13; 4-5; 4-6; 4-7; 4-8; 4-9; 4-10; 4-11; 4-12; 4-14; 4-15; 5-8; 5-11; 5-13; 5-14; 5-15; 6-8; 6-13; 6-14; 6-15; 7-8; 7-13; 7-14; 7-15; 8-9; 8-10; 8-11; 8-12; 8-13; 9-13; 9-14; 10-13; 10-14; 10-15; 11-13; 11-14; 12-13; 12-14; 12-15; 13-14; 13-15. Glúteo Máximo Inferior: 1-5; 1-8; 1-10; 1-13; 1-15; 2-8; 2-10; 2-13; 2-15; 3-5; 3-8; 3-10; 3-13; 3-15; 4-8; 4-10; 4-13; 4-15; 5-12; 5-13; 6-8; 6-10; 6-13; 6-15; 7-8; 7-10; 7-13; 7-15; 8-9; 8-11; 8-12; 8-14; 9-10; 9-13; 9-15; 10-11; 10-12; 11-13; 12-13; 12-15; 13-14. Glúteo Médio: 1-6; 1-9; 1-11; 1-13; 1-14; 1-15; 2-6; 2-9; 2-11; 2-13; 2-14; 2-15; 3-5; 3-8; 3-9; 3-10; 3-11; 3-13; 3-14; 3-15; 4-6; 4-9; 4-11; 4-13; 4-14; 4-15; 5-6; 5-7; 5-9; 5-11; 5-12; 5-13; 5-14; 5-15; 6-8; 6-9; 6-10; 6-11; 6-13; 6-14; 7-9; 7-10; 7-11; 7-13; 7-14; 7-15; 8-9; 8-11; 8-12; 8-13; 8-14; 8-15; 9-10; 9-12; 9-13; 9-14; 9-15; 10-11; 10-12; 10-13; 10-14; 10-15; 11-12; 11-13; 11-14; 11-15; 12-13; 12-14; 12-15; 13-14; 13-15; 14-15. Isquiotibiais Lateral: 1-2; 1-3; 1-4; 1-5; 1-6; 1-7; 1-8; 1-9; 1-10; 1-11; 1-12; 1-13; 1-14; 1-15; 2-12; 2-15; 3-5; 3-9; 3-10; 3-11; 3-12; 3-13; 3-15; 4-9; 4-10; 4-11; 4-12; 6-12; 7-9; 7-9; 7-11; 7-12; 8-12; 9-14; 11-14; 12-14. Isquiotibiais Medial: 1-3; 1-4; 1-5; 1-6; 1-7; 1-8; 1-9; 1-10; 1-11; 1-12; 1-13; 1-14; 1-15; 2-5; 2-6; 2-8; 2-9; 2-10; 2-11; 2-12; 2-13; 2-15; 3-4; 3-5; 3-8; 3-10; 3-11; 3-12; 3-13; 3-15; 4-7; 5-7; 6-15; 7-8; 7-10; 7-11; 7-12; 7-13; 7-15; 9-15; 12-14; 13-14; 14-15.

Na fase de apoio final, diferenças significativas entre a primeira e a última repetição foram observadas somente nos músculos do compartimento medial dos isquiotibiais (Tabela 2;  $p = 0,001$ ) e o bíceps femoral (Tabela 2;  $p < 0,001$ ). Ao longo

do protocolo, a ativação neuromuscular destes músculos diminui (Figura 3) mantendo-se sempre baixa. O bíceps femoral apresenta uma diminuição significativa da atividade neuromuscular no início do protocolo, da primeira para a segunda repetição (Figura 3). A atividade neuromuscular da porção inferior do glúteo máximo apresenta-se baixa durante todo o protocolo, enquanto que a atividade neuromuscular da porção superior do glúteo máximo e do glúteo médio alterna entre baixa e moderada.

**Figura 3.** Fase de apoio final: média e intervalo de confiança de 95% da atividade neuromuscular em cada repetição.

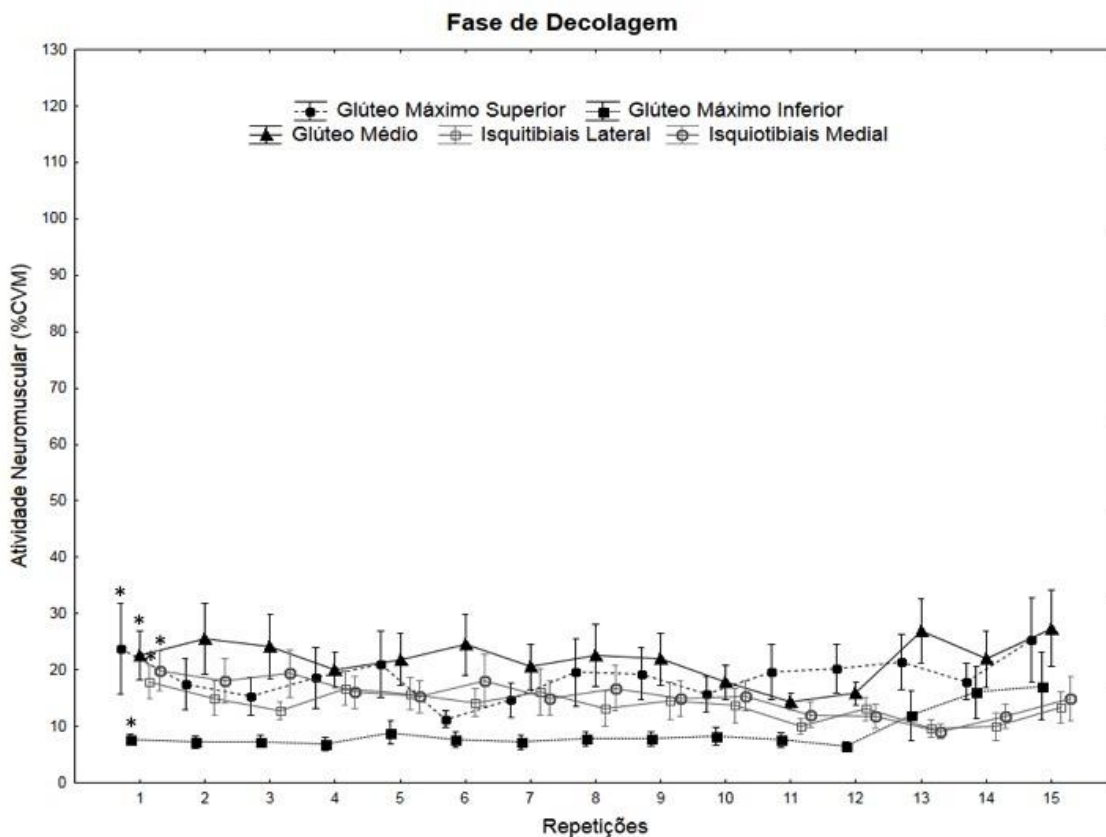


**Legenda:** Glúteo máximo superior= porção superior do glúteo máximo. Glúteo máximo inferior= porção inferior do glúteo máximo. Isquiotibiais lateral= bíceps femoral. Isquiotibiais medial= músculos no compartimento medial dos isquiotibiais.

\*, diferença estatisticamente significativa nos respetivos músculos entre as seguintes repetições (Repetição-Repetição). Glúteo Máximo Superior: 2-12; 4-12; 6-12; 8-12; 9-11; 9-12; 10-11; 10-12; 12-14. Glúteo Médio: 1-10; 1-11; 2-10; 2-12; 3-10; 3-12; 4-13; 6-10; 6-12; 7-13; 7-15; 9-13; 10-13; 10-15; 12-13; 12-15. Isquiotibiais Lateral: 1-2; 1-3; 1-5; 1-6; 1-8; 1-9; 1-10; 1-11; 1-12; 1-13; 1-14; 1-15; 2-14; 4-10; 4-11; 4-12; 4-13; 4-14; 5-14; 7-10; 7-11; 7-12; 7-13; 7-14. Isquiotibiais Medial: 1-5; 1-7; 1-9; 1-10; 1-11; 1-12; 1-13; 1-14; 1-15; 2-12; 2-13; 2-14; 3-5; 3-9; 3-10; 3-11; 3-12; 3-13; 3-14; 3-15; 4-12; 4-13; 4-14; 6-12; 6-13; 6-14; 6-15; 7-13; 7-14; 8-12; 8-13; 8-14.

Na fase de decolagem, somente a porção inferior do glúteo máximo exibiu diferenças significativas na atividade neuromuscular entre a primeira e a última repetição, observando-se um aumento da mesma (Tabela 2). Apesar desse aumento, a atividade neuromuscular manteve-se sempre baixa (Figura 4). A atividade neuromuscular dos músculos do compartimento medial dos isquiotibiais e do bíceps femoral foi baixa durante todo o protocolo e a atividade neuromuscular do glúteo médio alternou entre moderada e baixa durante o protocolo (Figura 4).

**Figura 4.** Fase de decolagem: : média e intervalo de confiança de 95% da atividade neuromuscular em cada repetição.



**Legenda:** Glúteo máximo superior= porção superior do glúteo máximo. Glúteo máximo inferior= porção inferior do glúteo máximo. Isquiotibiais lateral= bíceps femoral. Isquiotibiais medial= músculos no compartimento medial dos isquiotibiais.

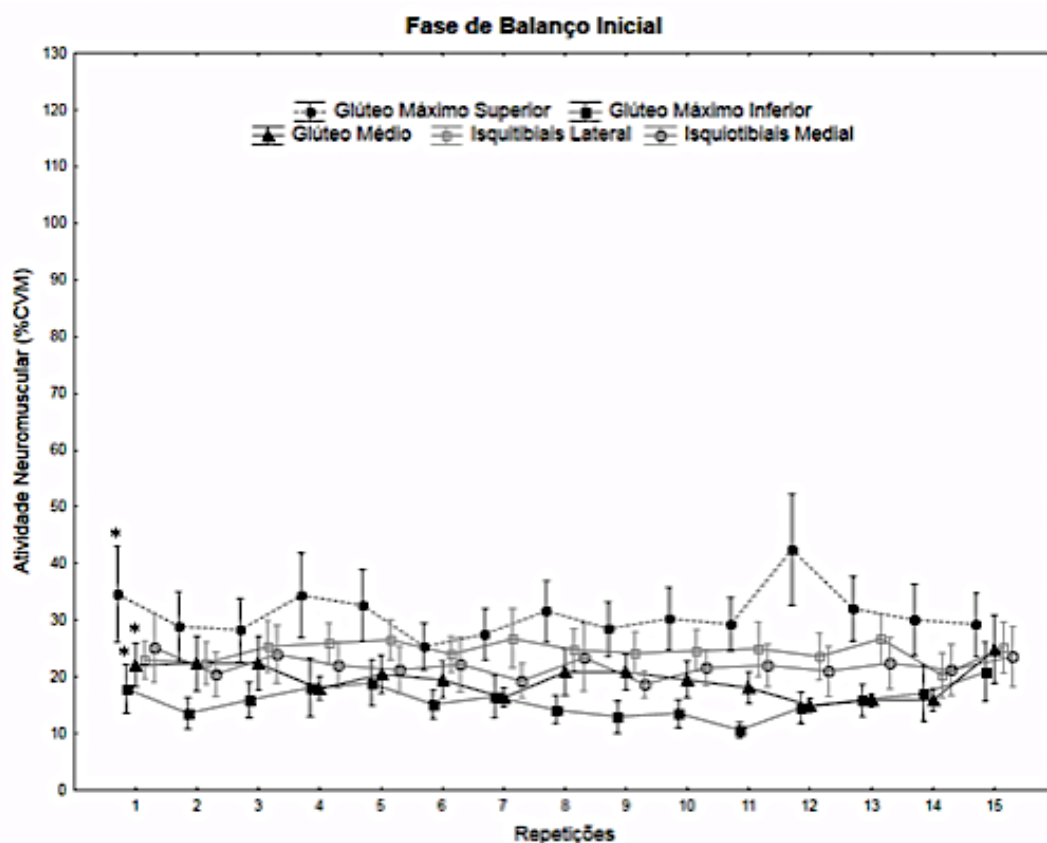
\*, diferença estatisticamente significativa nos respectivos músculos entre as seguintes repetições (Repetição-Repetição).

Glúteo Máximo Superior: 1-3; 1-6; 1-7; 1-10; 2-15; 3-15; 4-6; 4-15; 5-6; 6-8; 6-9; 6-11; 6-12; 6-13; 6-14; 6-15; 7-13; 7-15; 14-15. Glúteo Máximo Inferior: 1-14; 1-15; 2-14; 2-15; 3-14; 3-15; 4-14; 4-15; 5-14; 5-15; 6-14; 6-15; 7-15; 8-14; 8-15; 9-15; 10-14; 10-15; 11-14; 11-15; 12-14; 12-15. Glúteo Médio: 1-11; 1-12; 2-10; 2-11; 2-12; 3-11; 3-12; 4-13; 4-15; 5-11; 6-10; 6-11;

6-12; 7-15; 8-11; 8-12; 9-11; 10-13; 10-15; 11-13; 11-14; 11-15; 12-13; 12-15. Isquiotibiais Lateral: 1-11; 1-13; 1-14; 4-11; 4-13; 4-14. Isquiotibiais Medial: 1-11; 1-12; 1-13; 1-14; 2-13; 3-11; 3-12; 3-13; 3-14; 4-13; 6-13; 8-13.

Na fase de balanço inicial, nenhum músculo apresentou diferenças significativas entre a primeira e a última repetição (Tabela 2). A porção superior do glúteo máximo apresentou uma alta atividade neuromuscular na repetição 12, enquanto que em todas as outras repetições a atividade neuromuscular foi moderada (Figura 5). A porção inferior do glúteo máximo apresentou uma atividade neuromuscular baixa durante todo o protocolo, e a atividade neuromuscular dos restantes músculos alternava entre baixa e moderada (Figura 5).

**Figura 5.** Fase de balanço inicial: média e intervalo de confiança de 95% da atividade neuromuscular em cada repetição.

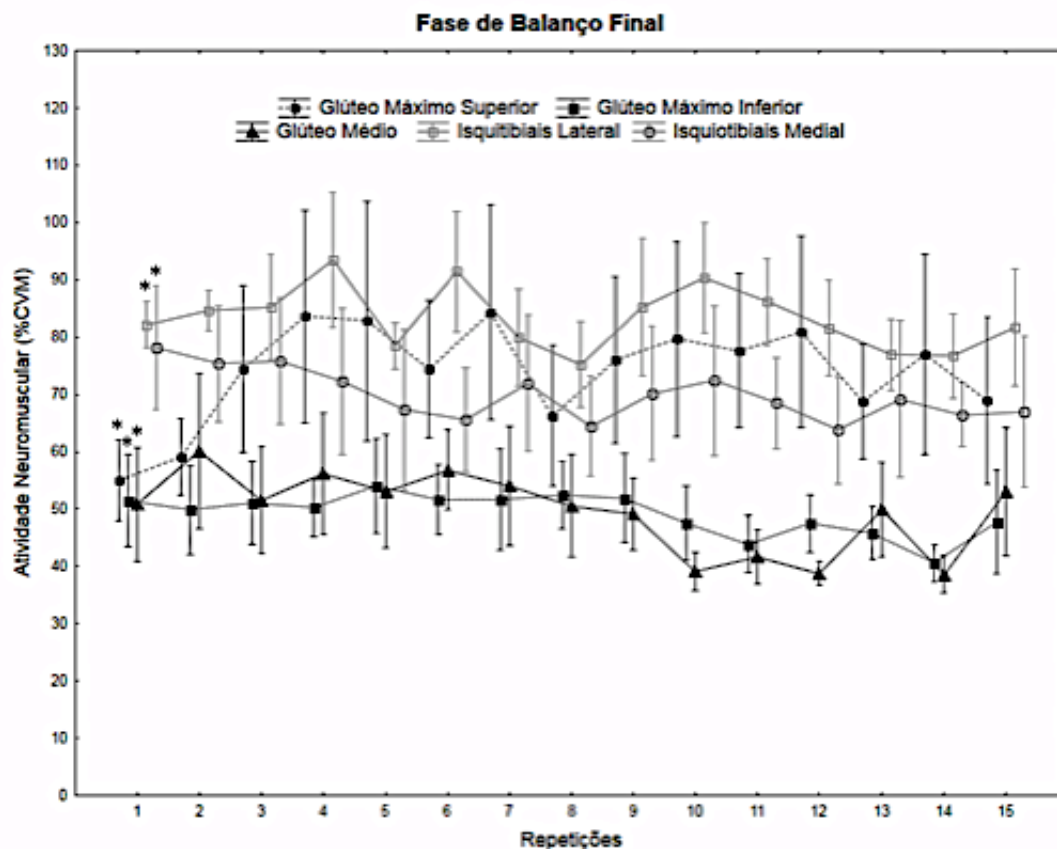


**Legenda:** Glúteo máximo superior= porção superior do glúteo máximo. Glúteo máximo inferior= porção inferior do glúteo máximo. Isquiotibiais lateral= bíceps femoral. Isquiotibiais medial= músculos no compartimento medial dos isquiotibiais.

\*, diferença estatisticamente significativa nos respectivos músculos entre as seguintes repetições (Repetição-Repetição).  
Glúteo Máximo Superior: 1-6; 1-7; 1-12; 2-12; 3-12; 4-6; 4-7; 4-12; 5-6; 6-12; 7-12; 8-12; 10-12; 11-12; 12-13; 12-14; 12-15.  
Glúteo Máximo Inferior: 1-11; 2-15; 4-11; 5-11; 9-15; 10-15; 11-15. Glúteo Médio: 1-12; 2-12; 3-12; 4-15; 7-15; 11-15; 12-15; 13-15.

Na fase de balanço final, somente a atividade neuromuscular da porção superior do glúteo máximo e dos músculos do compartimento medial dos isquiotibiais tiveram diferenças significativas entre a primeira e a última repetição (Tabela 2). A atividade neuromuscular da porção superior do glúteo máximo exibiu um aumento significativo entre a primeira e a última repetição (Tabela 2). Nas repetições 1 e 2, a atividade neuromuscular deste músculo foi alta enquanto que nas restantes repetições foi muito alta (Figura 6). A atividade neuromuscular dos músculos no compartimento medial dos isquiotibiais diminuiu ao longo do protocolo (Figura 6), exibindo menor ativação neuromuscular na última repetição em relação à primeira (Tabela 2). Apesar disso, a atividade neuromuscular dos mesmos foi sempre muito alta (Figura 6). A porção inferior do glúteo máximo e o glúteo médio mostraram algumas diminuições significativas nas últimas 6 repetições em relação às anteriores, respetivamente (Figura 6). A atividade neuromuscular deste músculo foi alta durante todo o protocolo excepto na repetição 14 (Figura 6). O glúteo médio exibiu uma atividade neuromuscular moderada nas repetições 10, 12 e 14 enquanto que nas demais repetições a atividade neuromuscular foi alta (Figura 6).

**Figura 6.** Fase de balanço final: média e intervalo de confiança de 95% da atividade neuromuscular em cada repetição.



**Legenda:** Glúteo máximo superior= porção superior do glúteo máximo. Glúteo máximo inferior= porção inferior do glúteo máximo. Isquiotibiais lateral= bíceps femoral. Isquiotibiais medial= músculos no compartimento medial dos isquiotibiais.

\*, diferença estatisticamente significativa nos respectivos músculos entre as seguintes repetições (Repetição-Repetição).

Glúteo Máximo Superior: 1-3; 1-4; 1-5; 1-6; 1-7; 1-8; 1-9; 1-10; 1-11; 1-12; 1-13; 1-14; 1-15; 2-3; 2-4; 2-5; 2-6; 2-7; 2-8; 2-9; 2-10; 2-11; 2-12; 2-13; 2-14; 2-15; 3-4; 3-5; 3-7; 3-8; 4-6; 4-8; 4-9; 4-13; 4-14; 4-15; 5-6; 5-8; 5-9; 5-13; 5-15; 6-7; 6-8; 7-8; 7-9; 7-13; 7-14; 7-15; 8-9; 8-10; 8-11; 8-12; 8-14; 9-15; 10-13; 10-15; 11-13; 11-15; 12-13; 12-15; 13-14; 14-15. Glúteo Máximo Inferior: 1-2; 1-11; 1-14; 2-14; 3-11; 3-14; 4-14; 5-11; 5-13; 5-14; 6-11; 6-14; 7-11; 7-14; 8-13; 8-14; 9-11; 9-14; 10-14; 12-14; 14-15. Glúteo Médio: 1-6; 1-10; 1-11; 1-12; 1-14; 2-3; 2-5; 2-8; 2-9; 2-10; 2-11; 2-12; 2-13; 2-14; 2-15; 3-10; 3-11; 3-12; 3-14; 4-9; 4-10; 4-11; 4-12; 4-14; 5-10; 5-11; 5-12; 5-14; 6-9; 6-10; 6-11; 6-12; 6-13; 6-14; 7-10; 7-11; 7-12; 7-14; 8-10; 8-11; 8-12; 9-10; 9-11; 9-12; 9-14; 10-13; 10-15; 11-13; 11-15; 12-13; 12-15; 13-14; 14-15. Isquiotibiais Lateral: 1-4; 1-6; 1-8; 1-10; 2-4; 2-6; 2-8; 2-13; 2-14; 3-4; 3-5; 3-8; 3-13; 3-14; 4-5; 4-7; 4-8; 4-9; 4-11; 4-12; 4-13; 4-14; 4-15; 5-6; 5-9; 5-10; 5-11; 6-7; 6-8; 6-12; 6-13; 6-14; 6-15; 7-10; 8-9; 8-10; 8-11; 9-13; 9-14; 10-12; 10-13; 10-14; 10-15; 11-13; 11-14. Isquiotibiais Medial: 1-5; 1-6; 1-8; 1-9; 1-11; 1-12; 1-13; 1-14; 1-15; 2-5; 2-6; 2-8; 2-11; 2-12; 2-14; 2-15; 3-5; 3-6; 3-8; 3-11; 3-12; 3-14; 3-15; 4-6; 4-8; 4-12; 6-10; 7-8; 7-12; 8-10; 10-12; 10-14.

Quando a comparação entre os participantes apresentando menor e maior nível de fadiga foi explorada (Tabela 3), a MANOVA multifatorial identificou interações entre todos os fatores (grupo x repetições x fases x músculo;  $F=4,9101$ ;  $p < 0,001$ ).

**Tabela 3.** Caracterização geral do grupo com maior nível de fadiga e do grupo com menor nível de fadiga.

	Maior nível de fadiga (N=6)		Menor nível de fadiga (N=8)	
	Média	DP	Média	DP
Idade (anos)	26,83	2,85	27,87	3,94
Massa (Kg)	84,45	8,82	82,26	13,83
Estatura (metros)	1,75	0,06	1,75	0,06
Frequência semanal do treino (dias)	2,00	1,26	3,00	1,92
Duração do treino (minutos)	49,16	18,55	66,25	34,51

**Legenda:** N= número de participantes. DP= desvio padrão.

Na fase de apoio inicial a atividade neuromuscular do glúteo médio é significativamente superior na 14<sup>a</sup> e 15<sup>a</sup> repetições no grupo que exibe um maior nível de fadiga (Figura 7; Tabela 4;  $p < 0,001$ ). O mesmo grupo apresenta valores significativamente maiores de atividade neuromuscular dos músculos do compartimento medial dos isquiotibiais (Figura 7; Tabela 4;  $p = 0,04$ ) e do compartimento lateral na 15<sup>a</sup> repetição (Figura 7; Tabela 4;  $p < 0,001$ ).

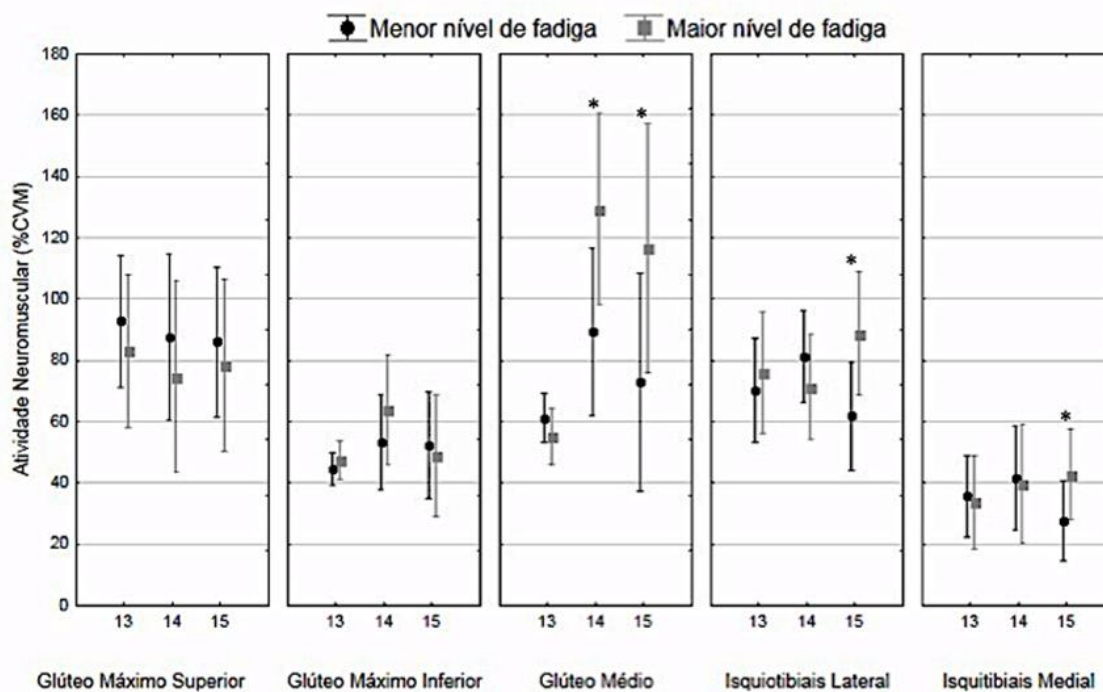
**Tabela 4.** Diferença média, intervalo de confiança de 95% e valor de  $p$  entre o grupo com maior nível de fadiga e o grupo com menor nível de fadiga na fase de apoio inicial na 13<sup>a</sup>, 14<sup>a</sup> e 15<sup>a</sup> repetição.

	13ª repetição		14ª repetição		15ª repetição	
	MD IC95%	$p$	MD IC95%	$p$	MD IC95%	$p$
<b>Glúteo máximo superior</b>	9,61 [-5,66; 24,89]	0,199	12,87 [-2,40; 28,15]	0,087	7,40 [-7,87; 22,68]	0,322
<b>Glúteo máximo inferior</b>	-2,95 [-18,23; 12,32]	0,691	-10,65 [-25,93; 4,62]	0,156	3,48 [-11,79; 18,76]	0,639
<b>Glúteo Médio</b>	5,69 [-9,58; 20,97]	0,445	-40,06 [-55,34; -24,78]	<b>&lt;0,001</b>	-43,74 [-59,02; -28,46]	<b>&lt;0,001</b>
<b>Isquiotibiais lateral</b>	-5,87 [-21,15; 9,40]	0,431	10,12 [-5,15; 25,40]	0,177	-26,93 [-42,21; -11,65]	<b>&lt;0,001</b>
<b>Isquiotibiais medial</b>	2,09 [-13,18; 17,37]	0,778	1,73 [-13,54; 17,01]	0,815	-15,20 [-30,49; 0,07]	<b>0,04</b>

**Legenda:** MD= média da diferença. IC95%= intervalo de confiança de 95% da diferença. Teste LSD ( $p < 0,05$ ). Glúteo máximo superior= porção superior do glúteo máximo. Glúteo máximo inferior= porção inferior do glúteo máximo. Isquiotibiais lateral= bíceps femoral. Isquiotibiais medial= músculos no compartimento medial dos isquiotibiais.



**Figura 7.** Fase de apoio inicial: média e intervalo de confiança de 95% para as três últimas repetições do protocolo de corrida à máxima velocidade.



**Legenda:** Glúteo máximo superior= porção superior do glúteo máximo. Glúteo máximo inferior= porção inferior do glúteo máximo. Isquiotibiais lateral= bíceps femoral. Isquiotibiais medial= músculos no compartimento medial dos isquiotibiais.

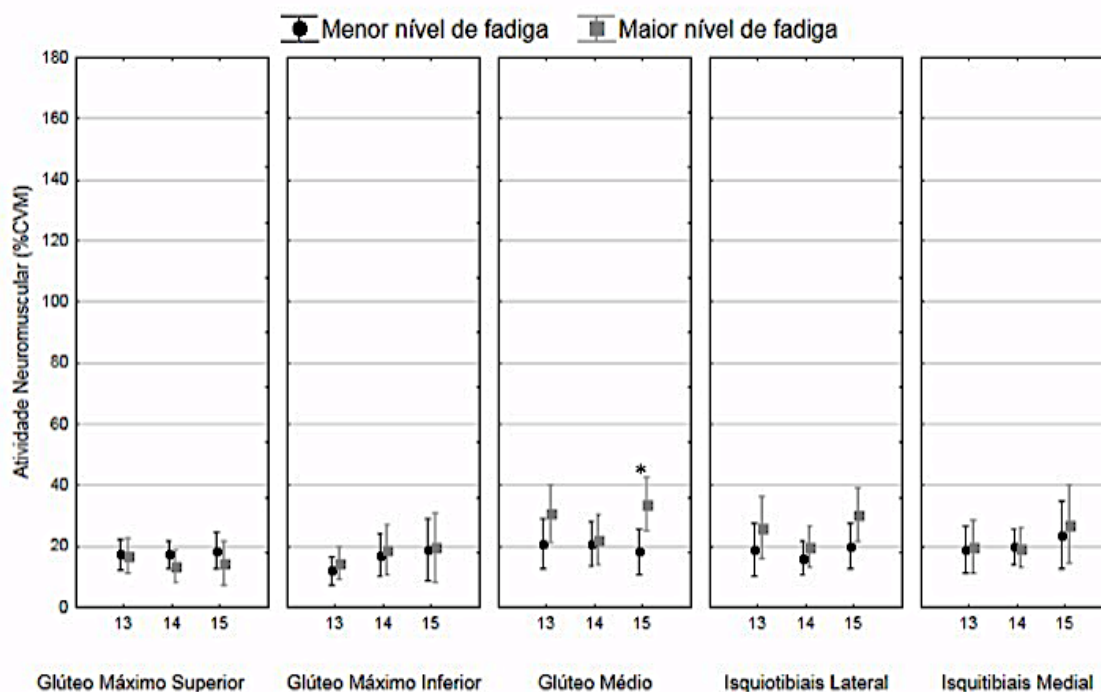
Na fase de apoio final, o grupo que apresenta um maior nível de fadiga exibe uma atividade neuromuscular significativamente maior do glúteo médio na 15ª repetição (Figura 8; Tabela 5;  $p = 0,04$ ).

**Tabela 5.** Diferença média, intervalo de confiança de 95% e valor de  $p$  entre o grupo com maior nível de fadiga e o grupo com menor nível de fadiga na fase de apoio final na 13ª, 14ª e 15ª repetição.

	13ª repetição		14ª repetição		15ª repetição	
	MD IC95%	$p$	MD IC95%	$p$	MD IC95%	$p$
<b>Glúteo máximo superior</b>	0,35 [-14,93; 15,63]	0,962	3,64 [-11,63; 18,92]	0,625	4,08 [-11,19; 19,36]	0,583
<b>Glúteo máximo inferior</b>	-2,52 [-17,80; 12,75]	0,734	-1,73 [-17,01; 13,55]	0,816	-0,69 [-15,97; 17,58]	0,925
<b>Glúteo Médio</b>	-9,90 [-25,18; 5,37]	0,186	-1,54 [-16,82; 13,73]	0,835	-15,52 [-30,80; -0,24]	<b>0,040</b>
<b>Isquiotibiais lateral</b>	-7,49 [-22,77; 7,78]	0,316	-3,71 [-18,99; 11,56]	0,618	-10,41 [-25,69; 4,87]	0,165
<b>Isquiotibiais medial</b>	-0,93 [-16,21; 14,34]	0,90	0,48 [-14,79; 15,76]	0,948	-3,44 [-18,72; 11,83]	0,643

**Legenda:** MD= média da diferença. IC95%= intervalo de confiança de 95%. Teste LSD ( $p < 0,05$ ). Glúteo máximo superior= porção superior do glúteo máximo. Glúteo máximo inferior= porção inferior do glúteo máximo. Isquiotibiais lateral= bíceps femoral. Isquiotibiais medial= músculos no compartimento medial dos isquiotibiais.

**Figura 8.** Fase de apoio final: média e intervalo de confiança de 95% para as três últimas repetições do protocolo de corrida à máxima velocidade.



**Legenda:** Glúteo máximo superior= porção superior do glúteo máximo. Glúteo máximo inferior= porção inferior do glúteo máximo. Isquiotibiais lateral= bíceps femoral. Isquiotibiais medial= músculos no compartimento medial dos isquiotibiais.

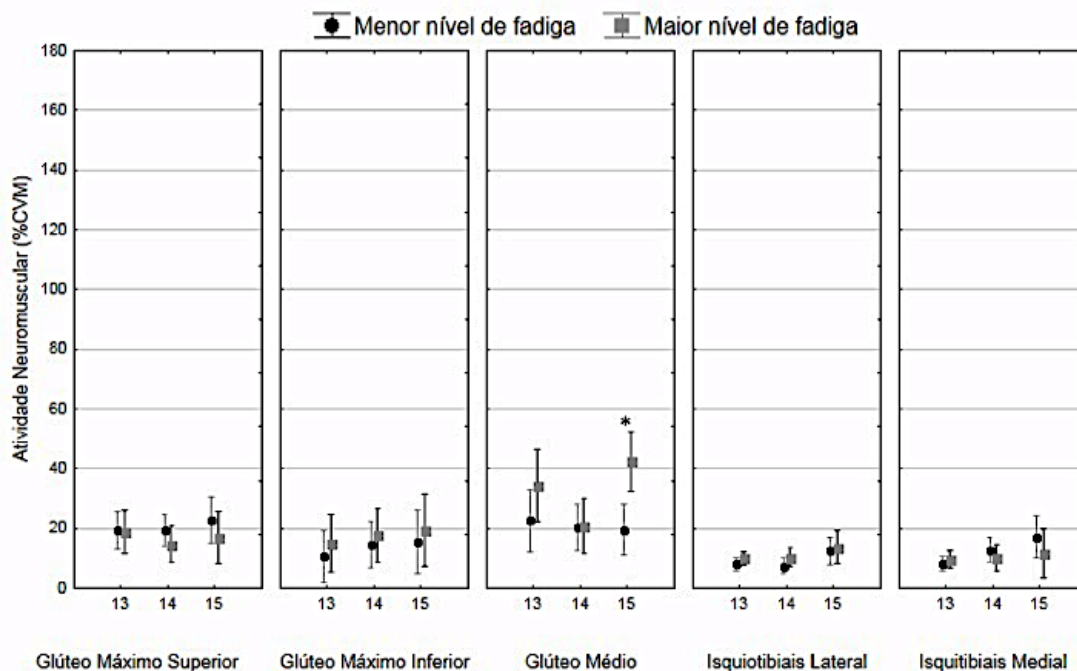
Na fase de decolagem, a atividade neuromuscular do glúteo médio na repetição 15 é superior no grupo que apresenta um maior nível de fadiga (Figura 9; Tabela 6;  $p = 0,042$ ).

**Tabela 6.** Diferença média, intervalo de confiança de 95% e valor de  $p$  entre o grupo com maior nível de fadiga e o grupo com menor nível de fadiga na fase de decolagem na 13<sup>a</sup>, 14<sup>a</sup> e 15<sup>a</sup> repetição.

	13ª repetição		14ª repetição		15ª repetição	
	MD IC95%	$p$	MD IC95%	$p$	MD IC95%	$p$
<b>Glúteo máximo superior</b>	0,57 [-14,70; 15,85]	0,938	4,69 [-10,59; 19,97]	0,529	5,67 [-9,60; 20,95]	0,447
<b>Glúteo máximo inferior</b>	-4,39 [-19,67; 10,88]	0,555	-3,53 [-18,81; 11,74]	0,635	-3,89 [-19,17; 11,38]	0,601
<b>Glúteo Médio</b>	-11,89 [-27,17; 3,38]	0,114	-0,49 [-15,77; 14,78]	0,946	-22,87 [-38,15; -7,58]	<b>0,003</b>
<b>Isquiotibiais lateral</b>	-1,90 [-17,18; 13,37]	0,798	-2,84 [-18,12; 12,43]	0,702	-1,41 [-16,69; 13,86]	0,849
<b>Isquiotibiais medial</b>	-1,50 [-16,78; 13,77]	0,839	2,69 [-12,58; 17,97]	0,717	5,40 [-9,87; 20,68]	0,469

**Legenda:** MD= média da diferença. IC95%= intervalo de confiança de 95%. Teste LSD ( $p < 0,05$ ). Glúteo máximo superior= porção superior do glúteo máximo. Glúteo máximo inferior= porção inferior do glúteo máximo. Isquiotibiais lateral= bíceps femoral. Isquiotibiais medial= músculos no compartimento medial dos isquiotibiais.

**Figura 9.** Fase de decolagem: média e intervalo de confiança de 95% para as três últimas repetições do protocolo de corrida à máxima velocidade.



Legenda: Glúteo máximo superior= porção superior do glúteo máximo. Glúteo máximo inferior= porção inferior do glúteo máximo. Isquiotibiais lateral= bíceps femoral. Isquiotibiais medial= músculos no compartimento medial dos isquiotibiais.

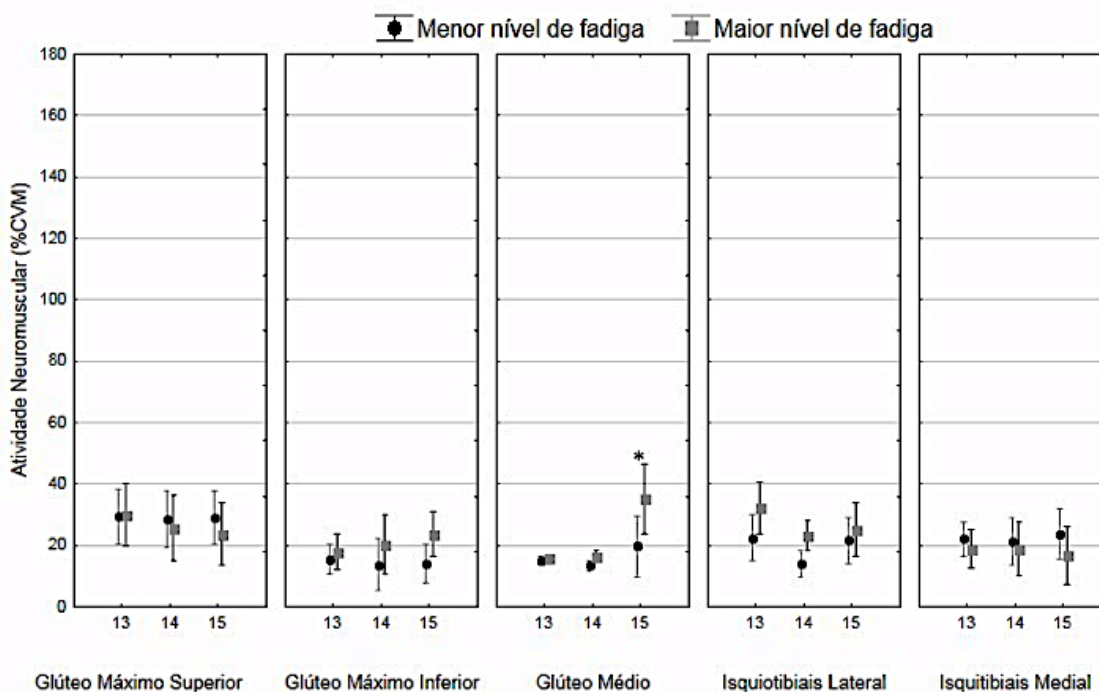
Na fase de balanço inicial, o grupo que apresenta um maior nível de fadiga exibe uma atividade neuromuscular significativamente maior do glúteo médio na 15ª repetição (Figura 10; Tabela 7;  $p = 0,04$ ).

**Tabela 7.** Diferença média, intervalo de confiança de 95% e valor de  $p$  entre o grupo com maior nível de fadiga e o grupo com menor nível de fadiga na fase de balanço inicial na 13<sup>a</sup>, 14<sup>a</sup> e 15<sup>a</sup> repetição.

	13 <sup>a</sup> repetição		14 <sup>a</sup> repetição		15 <sup>a</sup> repetição	
	MD IC95%	$p$	MD IC95%	$p$	MD IC95%	$p$
<b>Glúteo máximo superior</b>	-0,52 [-15,80; 14,85]	0,943	2,75 [-12,52; 18,03]	0,711	5,31 [-9,96; 20,59]	0,475
<b>Glúteo máximo inferior</b>	-2,65 [-17,94; 12,62]	0,721	-6,69 [-21,97; 8,59]	0,370	-9,87 [-25,15; 5,40]	0,188
<b>Glúteo Médio</b>	-0,56 [-15,84; 14,71]	0,929	-3,19 [-18,47; 12,08]	0,667	-15,38 [-30,66; -0,09]	<b>0,042</b>
<b>Isquiotibiais lateral</b>	-9,92 [-25,20; 5,36]	0,186	-9,04 [-24,32; 6,23]	0,227	-3,61 [-18,89; 11,66]	0,627
<b>Isquiotibiais medial</b>	3,30 [-11,97; 18,59]	0,656	2,31 [-12,96; 17,59]	0,755	7,05 [-8,22; 22,33]	0,345

Legenda: MD= média da diferença. IC95%= intervalo de confiança de 95%. Teste LSD ( $p < 0,05$ ). Glúteo máximo superior= porção superior do glúteo máximo. Glúteo máximo inferior= porção inferior do glúteo máximo. Isquiotibiais lateral= bíceps femoral. Isquiotibiais medial= músculos no compartimento medial dos isquiotibiais.

**Figura 10.** Fase de balanço inicial: média e intervalo de confiança de 95% para as três últimas repetições do protocolo de corrida à máxima velocidade.



**Legenda:** Glúteo máximo superior= porção superior do glúteo máximo. Glúteo máximo inferior= porção inferior do glúteo máximo. Isquiotibiais lateral= bíceps femoral. Isquiotibiais medial= músculos no compartimento medial dos isquiotibiais.

Na fase de balanço final não existem diferenças significativas entre grupos (Figura 11; Tabela 8).

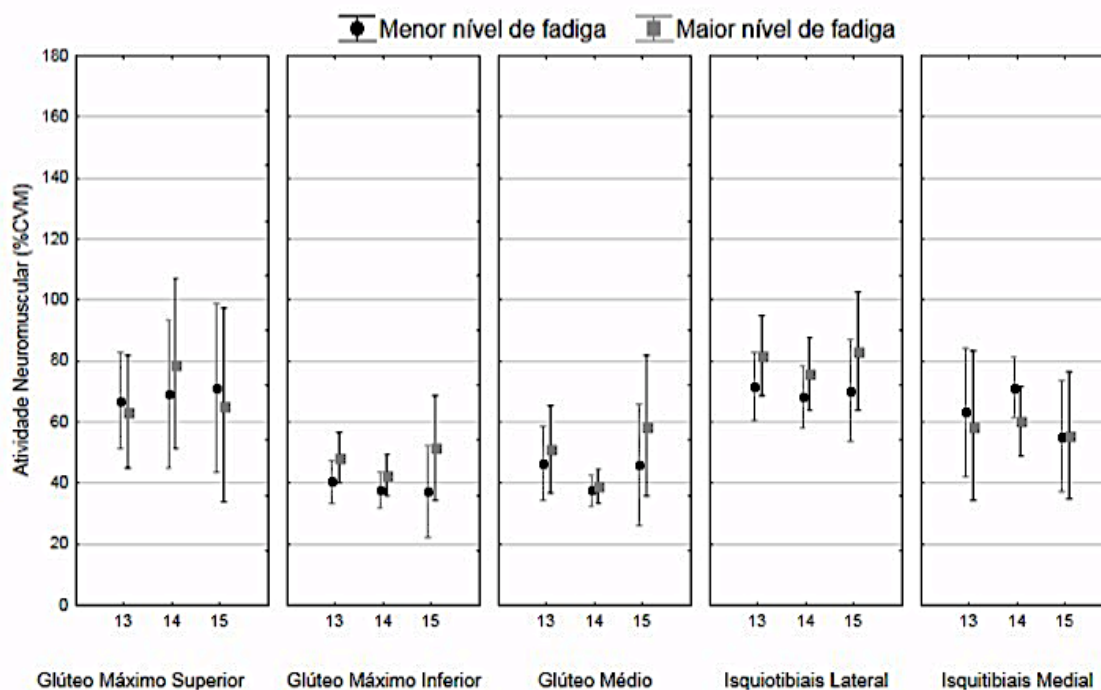
**Tabela 8.** Diferença média, intervalo de confiança de 95% e valor de  $p$  entre o grupo com maior nível de fadiga e o grupo com menor nível de fadiga na fase de balanço final na 13<sup>a</sup>, 14<sup>a</sup> e 15<sup>a</sup> repetição.

	13ª repetição		14ª repetição		15ª repetição	
	MD IC95%	$p$	MD IC95%	$p$	MD IC95%	$p$
<b>Glúteo máximo superior</b>	3,48 [-11,79; 18,76]	0,640	-9,93 [-25,21; 5,34]	0,185	5,60 [-9,67; 20,88]	0,452
<b>Glúteo máximo inferior</b>	-8,01 [-23,29; 7,26]	0,283	-5,07 [-20,35; 10,20]	0,496	-14,52 [-29,80; 0,75]	0,054
<b>Glúteo Médio</b>	-4,52 [-19,80; 10,76]	0,544	-1,41 [-16,70; 13,86]	0,848	-12,87 [-28,15; 2,40]	0,087
<b>Isquiotibiais lateral</b>	-10,16 [-25,44; 5,11]	0,175	-7,37 [-22,65; 7,90]	0,323	-12,84 [-28,12; 2,43]	0,088
<b>Isquiotibiais medial</b>	4,44 [-10,83; 19,72]	0,551	11,09 [-4,18; 26,37]	0,140	-0,38 [-15,66; 14,89]	0,959

**Legenda:** MD= média da diferença. IC95%= intervalo de confiança de 95%. Teste LSD ( $p < 0,05$ ). Glúteo máximo superior= porção superior do glúteo máximo. Glúteo máximo inferior= porção inferior do glúteo máximo. Isquiotibiais lateral= bíceps femoral. Isquiotibiais medial= músculos no compartimento medial dos isquiotibiais.



**Figura 11.** Fase de balanço final: média e intervalo de confiança de 95% para as três últimas repetições do protocolo de corrida à máxima velocidade.



**Legenda:** Glúteo máximo superior= porção superior do glúteo máximo. Glúteo máximo inferior= porção inferior do glúteo máximo. Isquiotibiais lateral= bíceps femoral. Isquiotibiais medial= músculos no compartimento medial dos isquiotibiais.



## **VI - DISCUSSÃO**

---



## 6. DISCUSSÃO

O primeiro objetivo deste estudo foi avaliar a atividade neuromuscular dos músculos no compartimento medial dos isquiotibiais, do bíceps femoral e dos músculos glúteo médio e máximo em diferentes fases do ciclo da passada, durante a corrida intermitente à máxima velocidade.

Na fase de apoio inicial, observa-se uma diminuição da atividade neuromuscular da porção inferior do glúteo máximo, compartimento medial dos isquiotibiais e bíceps femoral. Nesta fase do ciclo da passada na corrida, o glúteo médio e o glúteo máximo fornecem suporte vertical (Hamner et al., 2010). A porção superior do glúteo máximo contribui juntamente com o glúteo médio para equilibrar a pélvis no plano frontal (Lyons et al., 1983; Semciw et al., 2016; Stern et al., 1980), enquanto que a porção inferior do glúteo máximo representa um papel importante na inclinação do tronco (Bartlett et al., 2014). A diminuição da atividade neuromuscular da porção inferior do glúteo máximo poderá indicar uma menor capacidade para gerar força e, com isso, influenciar a inclinação do tronco no plano sagital. Os músculos no compartimento medial dos isquiotibiais e o bíceps femoral produzem, nesta fase, torques elevados de flexão e extensão do joelho e da anca, respetivamente (Sun et al., 2015). Suspeita-se que a diminuição da atividade neuromuscular nestes músculos também esteja relacionada com uma menor capacidade dos mesmos para gerar força e absorver as forças de reação do solo, e é conhecido que essas alterações podem aumentar a chance de ocorrência de lesão no complexo músculo-tendão (Garrett, 1990). No entanto, não avaliamos a força dos participantes em nenhum momento. Dos músculos que sofreram alterações da primeira para a última repetição do protocolo, o bíceps femoral foi o que apresentou uma descida mais rápida da atividade neuromuscular, observando-se uma diminuição significativa na sua ativação neuromuscular da primeira para a segunda repetição. Sendo assim, o bíceps femoral parece ser o músculo mais rapidamente afetado pela fadiga na fase de apoio inicial. O glúteo médio representa

60% da área total dos músculos abdutores da anca (Clark & Haynor, 1987) e, de todos esses músculos, é o que apresenta maior braço de momento (Dostal et al., 1986). Nesta fase do ciclo da passada na corrida, este músculo é o único que apresenta um aumento da ativação neuromuscular das primeiras para as últimas repetições. O aumento da atividade neuromuscular do glúteo médio foi previamente associado a uma adução da pélvis durante a corrida (Burnet et al., 2008) e à fraqueza dos músculos abdutores da anca e rotadores externos (Homan et al., 2013; Souza & Powers, 2009). Franettovich Smith et al. (2016) estudaram a influência do tamanho e atividade neuromuscular do glúteo médio na incidência de lesão nos músculos isquiotibiais em atletas da liga profissional de futebol australiano, mas não avaliaram a atividade neuromuscular dos músculos isquiotibiais. Os autores observaram que os jogadores com maior ativação neuromuscular do glúteo médio durante a corrida lesionaram-se nos músculos isquiotibiais, no entanto não temos como saber se a atividade neuromuscular dos músculos isquiotibiais também era diferente entre os jogadores que sofreram e não sofreram lesão. Juntando os resultados destes estudos com o nosso, entendemos que uma menor capacidade de gerar força da porção inferior do glúteo máximo, dos músculos do compartimento medial dos isquiotibiais e do bíceps femoral na fase de apoio inicial poderá influenciar a atividade neuromuscular do glúteo médio e o alinhamento da pélvis ou vice-versa. Devido às suas propriedades morfológicas, a atividade neuromuscular do glúteo médio poderá aumentar para compensar a diminuição da atividade neuromuscular dos restantes músculos, assim como para compensar um possível aumento do movimento da pelve no plano frontal.

Na fase de apoio final, a atividade neuromuscular dos músculos no compartimento medial dos isquiotibiais e o bíceps femoral diminui ao longo do protocolo e apresentam uma diminuição significativa da primeira para a última repetição. A atividade neuromuscular do bíceps femoral foi a primeira a exibir uma diminuição significativa. Um estudo realizado por Ono et al. (2011) demonstrou que o bíceps femoral é preferencialmente recrutado durante a extensão da anca em relação aos músculos no compartimento medial dos isquiotibiais. Considerando

essa investigação, os resultados do presente estudo indicam que, durante toda a fase de apoio, o bíceps femoral será o primeiro a sofrer as consequências de um protocolo de corrida intermitente à máxima velocidade devido ao recrutamento preferencial do mesmo nesta fase em relação aos músculos no compartimento medial dos isquiotibiais. A atividade neuromuscular da porção inferior do glúteo máximo aumentou na fase de decolagem. Small et al. (2009) demonstrou uma associação entre o aumento da velocidade angular da tíbia e o aumento da extensão da anca e flexão do joelho nesta fase da corrida, e considerando os resultados do presente estudo, essas alterações podem estar ligadas ao aumento da atividade neuromuscular da porção inferior do glúteo máximo.

Na fase de balanço inicial não existem diferenças significativas na atividade neuromuscular entre a primeira e a última repetição dos músculos analisados. A ativação neuromuscular mantém-se relativamente estável durante o protocolo provavelmente porque nesta fase da passada na corrida os músculos flexores da anca, como por exemplo, o reto femoral, são preferencialmente recrutados em relação aos restantes músculos analisados (Gazendam & Hof, 2007).

Na fase de balanço final, a atividade neuromuscular da porção superior do glúteo máximo aumentou significativamente da primeira para a última repetição. Nas repetições 1 e 2 a ativação neuromuscular do mesmo é significativamente menor em relação a todas as outras. Os músculos no compartimento medial dos isquiotibiais exibem uma diminuição da atividade neuromuscular ao longo do protocolo, observando-se uma diminuição significativa da primeira para a última repetição. A atividade neuromuscular da porção inferior do glúteo máximo e do glúteo médio mostram uma diminuição nas últimas 6 repetições do protocolo.

A principal função do glúteo médio na corrida é absorver as forças de reação do solo imediatamente após o contacto com o pé no solo (Hamner et al., 2010; Lenhart et al., 2014), quando apresenta o pico de torque (Lenhart et al., 2014) e de ativação neuromuscular (Semciw et al., 2016). Essa função poderá ser comprometida com a diminuição da atividade neuromuscular antes do contacto com o pé no solo.

A rigidez muscular está associada à atividade neuromuscular (Kuitunen et al., 2007) e a redução da mesma pode aumentar o risco de lesão (Lehnert et al., 2016). No presente estudo foi identificada uma redução da atividade neuromuscular do glúteo médio nas últimas repetições do protocolo e é plausível que juntamente com essa alteração diminua a rigidez muscular. O aumento da atividade neuromuscular da porção superior do glúteo máximo poderá compensar a diminuição da rigidez muscular do glúteo médio, visto que a porção superior do glúteo máximo contribui juntamente com o glúteo médio na estabilidade de pelve no plano frontal, promovendo o suporte vertical no contacto com o pé no solo durante a corrida (Hamner et al., 2010).

As roturas musculares ocorrem em contrações excêntricas (Garrett et al., 1987) e o grau de dano muscular depende mais do grau de alongamento do músculo ativo do que a força gerada pelo mesmo (Lieber & Friden, 1993). Nesta fase da passada na corrida, o glúteo máximo e os isquiotibiais contribuem para a extensão da anca, sendo que os últimos também se opõem à extensão do joelho (Dorn et al., 2012), contraindo excentricamente e atingindo o pico de força e de alongamento do complexo músculo-tendão (Schache et al., 2012). De todos os músculos dos isquiotibiais, o bíceps femoral é que está sujeito ao maior grau de alongamento (Schache et al., 2012; Thelen, Chumanov, Hoerth, et al., 2005). Timmins et al. (2014) demonstraram uma redução da atividade neuromuscular do bíceps femoral na fase excêntrica de flexão do joelho após a realização de um protocolo de corrida intermitente à máxima velocidade enquanto que a atividade neuromuscular nos músculos do compartimento medial dos isquiotibiais se manteve inalterada. Os autores associaram a diminuição da atividade neuromuscular do bíceps femoral à perda de força na fase excêntrica de flexão do joelho, e que isso se poderia traduzir na menor capacidade do bíceps femoral em absorver energia na fase de balanço final (Mair et al., 1996). Os resultados deste estudo não vão de encontro aos resultados do presente estudo visto que, a atividade neuromuscular do bíceps femoral se manteve inalterada do início para o fim do protocolo na fase de



balanço final, enquanto que a atividade neuromuscular dos músculos no compartimento medial dos isquiotibiais diminuiu.

Imediatamente antes do contacto com o pé no solo, na fase de balanço final, os músculos isquiotibiais começam a encurtar, contraindo concentricamente enquanto contribuem para a extensão da anca (Schache et al., 2012). Ono et al. (2011) concluiu que o bíceps femoral é preferencialmente recrutado na extensão da anca devido às suas propriedades morfológicas e Higashihara et al. (2015) demonstrou maior atividade neuromuscular do mesmo em relação aos músculos no compartimento medial dos isquiotibiais nesta fase do ciclo da passada na corrida à máxima velocidade. Na fase de balanço final, os isquiotibiais contraem excentricamente e o bíceps femoral atinge o pico de alongamento (Schache et al., 2012). Ao contrário deste último, o semitendinoso é preferencialmente recrutado em exercício excêntrico (Baczkowski et al., 2006; Kubota et al., 2007; Ono et al., 2010b) devido às suas propriedades morfológicas em lidar de forma eficaz com o alongamento e apresenta maior atividade neuromuscular na primeira parte da fase de balanço final na corrida à máxima velocidade (Higashihara et al., 2015). Devido à posição dos elétrodos, o sinal da atividade neuromuscular dos músculos no compartimento medial dos isquiotibiais poderá captar melhor o sinal do semitendinoso do que o sinal do semimembranoso (Hermens et al., 2000). Com base nos resultados do presente estudo, é plausível que a diminuição da atividade neuromuscular dos músculos no compartimento medial dos isquiotibiais na fase de balanço final se deva à menor capacidade do semitendinoso em absorver energia em condições de fadiga, sobrecarregando o bíceps femoral na fase de maior alongamento do mesmo. Recentemente, Lehnert et al. (2016) demonstrou uma redução da atividade neuromuscular dos músculos no compartimento medial dos isquiotibiais após a realização de um protocolo que simula a fadiga imposta por um jogo de futebol, enquanto que a ativação neuromuscular do bíceps femoral não se alterou. Visto que, a diminuição da atividade neuromuscular dos músculos no compartimento medial dos isquiotibiais poderá resultar na perda de estabilidade no joelho (Melnik & Gollhofer, 2007), é possível que na fase de balanço final do ciclo

da passada na corrida à máxima velocidade ocorra a translação anterior da tíbia. Melnyk & Gollhofer (2007) demonstrou que o grau de translação da tíbia relativamente ao fémur é afetado pela fadiga nos isquiotibiais. Na corrida à máxima velocidade esse momento coincidiria com a altura do pico de alongamento do bíceps femoral.

Chumanov et al. (2007) estudou a influência dos músculos da anca no alongamento do bíceps femoral durante a corrida à máxima velocidade e concluiu que uma diminuição na atividade do glúteo máximo aumenta o alongamento a que o bíceps femoral é submetido. Mais recentemente, Schuermans et al. (2017) observou maior incidência de lesões nos isquiotibiais em jogadores de futebol amador que apresentavam menor atividade neuromuscular do glúteo máximo. Com base nos resultados de Schuermans et al. (2017) e Chumanov et al. (2007), é plausível que a diminuição da atividade neuromuscular da porção inferior do glúteo máximo encontrada no presente estudo se traduza num maior alongamento do bíceps femoral na fase de balanço final. Possivelmente, a menor atividade da porção inferior do glúteo máximo juntamente com a translação anterior da tíbia colocará o bíceps femoral sob tensão na sua origem e inserção, respetivamente, na altura do pico de alongamento do mesmo, expondo-o a um maior risco de lesão.

O segundo objetivo deste estudo foi comparar entre os sujeitos com maior e menor nível de fadiga, a atividade neuromuscular dos músculos no compartimento medial dos isquiotibiais, do bíceps femoral e dos músculos glúteo médio e máximo durante a corrida intermitente à máxima velocidade

Comparando a atividade neuromuscular dos músculos analisados entre os grupos com diferentes níveis de fadiga identificou-se uma maior atividade neuromuscular por parte do grupo que apresentou um maior nível de fadiga dos músculos no compartimento medial dos isquiotibiais, do bíceps femoral e do glúteo médio na fase de apoio inicial, na última repetição. Além disso, a atividade neuromuscular do glúteo médio também foi maior na repetição 14 na fase de apoio inicial e na repetição 15 das restantes fases, excepto na fase de balanço final.

Como referido previamente, um aumento da atividade neuromuscular do glúteo médio durante a corrida está associado a um aumento do risco de lesão dos isquiotibiais (Franettovich Smith et al., 2016). Este músculo apresenta um papel fundamental na estabilidade pélvica (Semciw et al., 2013). Uma maior atividade neuromuscular do mesmo no grupo de participantes que apresenta maior nível de fadiga reflete ou é a consequência, provavelmente, de uma maior adução da anca (descida contra-lateral da pelve) durante a corrida (Burnet et al., 2008). A maior atividade neuromuscular apresentada por parte do glúteo médio, dos músculos no compartimento medial dos isquiotibiais e do bíceps femoral poderá apresentar uma tentativa dos indivíduos do grupo que apresenta maior nível de fadiga em recrutar um músculo fraco (Homan et al., 2013; Souza & Powers, 2009).



## VII - LIMITAÇÕES

---



## 7. LIMITAÇÕES

Uma das limitações do presente estudo foi a amostra heterogênea obtida, a frequência e duração semanal dos treinos variou entre participantes. Sugere-se para próximos estudos utilizar a frequência e a duração semanal dos treinos como critério de inclusão/exclusão. Por outro lado, tal variação permitiu explorar as alterações neuromusculares entre participantes com níveis diferentes de esforço subjetivo ao fim de um protocolo de corrida intermitente.

No presente estudo foram feitas inferências sobre a cinemática do ciclo da passada durante um protocolo de corrida intermitente à máxima velocidade. No entanto, não foi realizada uma análise cinemática. Em próximos estudos seria ideal usar a análise cinemática para poder relacionar padrão de movimento, atividade neuromuscular e o nível de fadiga dos participantes.

Outras inferências foram feitas relativamente à rigidez muscular, porém esta também não foi analisada. Seria interessante incluir análise de rigidez num próximo estudo e relacionar com a fadiga, EMG e cinemática.

Dados da atividade neuromuscular são difíceis de interpretar. Tanto a força como a atividade neuromuscular dependem do número de unidades motoras recrutadas e da taxa de disparo das mesmas, no entanto vários fatores influenciam a atividade neuromuscular, como por exemplo, o suor excessivo e as propriedades das unidades motoras (Farina et al., 2004). No presente estudo foram feitas várias suposições através da atividade neuromuscular dos músculos analisados, mas com consciência das várias limitações.





## VIII - CONCLUSÃO

---



## 8. CONCLUSÃO

Este foi o primeiro estudo a avaliar a atividade neuromuscular dos músculos no compartimento medial dos isquiotibiais, do bíceps femoral e dos músculos glúteo médio e máximo em diferentes fases do ciclo da passada, durante a corrida intermitente à máxima velocidade e a comparar a atividade neuromuscular dos mesmos entre participantes com maior e menor nível de fadiga.

Observou-se que na fase de apoio inicial e final, o bíceps femoral é o primeiro a sofrer as consequências da fadiga num protocolo de corrida intermitente à máxima velocidade. No entanto, também foi identificada a diminuição da atividade neuromuscular dos músculos no compartimento medial dos isquiotibiais nestas duas fases. A diminuição da atividade neuromuscular da porção inferior do glúteo máximo e o aumento da mesma no glúteo médio, na fase de apoio inicial, poderá indicar uma diminuição na capacidade para controlar a pélvis no plano sagital e frontal, respetivamente.

Na fase de decolagem, foi encontrado uma maior atividade neuromuscular da porção inferior do glúteo máximo. Especula-se que tal comportamento esteja relacionada com uma maior extensão da anca e flexão do joelho nesta fase.

A atividade neuromuscular do glúteo médio, na fase de balanço final, diminuiu nas últimas repetições do protocolo. É possível que essa alteração se traduza numa menor rigidez muscular, e que o aumento da atividade neuromuscular da porção superior do glúteo máximo compense a diminuição da atividade neuromuscular do glúteo médio.

Foi observado, durante a fase de balanço final, uma menor atividade neuromuscular da porção inferior do glúteo máximo juntamente com a diminuição da atividade neuromuscular dos músculos no compartimento medial nos isquiotibiais. Possivelmente, isso pode causar uma aumento da tensão na origem e inserção do bíceps femoral, respetivamente, justamente no instante de seu maior alongamento, expondo-o a um maior risco de lesão.

Foram observados maiores níveis de ativação neuromuscular, ao fim do protocolo de corrida, no grupo de participantes que apresentaram maior nível de fadiga, comparativamente àqueles com menor nível. Possivelmente, isso reflita a tentativa de compensar fraqueza muscular por meio de um aumento na magnitude de ativação, ou em resposta a um padrão de movimento alterado.

Com base nos resultados do presente estudo, especulamos que poderá ser relevante trabalhar a força excêntrica dos músculos isquiotibiais, como referido em vários estudos, assim como programas para ganho de resistência no sentido de manter a capacidade de um padrão de recrutamento neuromuscular com menos compensações nos músculos analisados. Isso poderá ser importante para a prevenção de lesões nos isquiotibiais.

## **IX - REFERÊNCIAS**

---



## 9. REFERÊNCIAS

- Agur, A. M. R., & Dalley, M. F. (2008). *Grant's Atlas of Anatomy* (12 ed.). Baltimore.
- Al-Hayani, A. (2009). The functional anatomy of hip abductors. *Folia Morphol (Warsz)*, 68(2), 98-103.
- Azevedo, L. B., Lambert, M. I., Vaughan, C. L., O'Connor, C. M., & Schwellnus, M. P. (2009). Biomechanical variables associated with Achilles tendinopathy in runners. *Br J Sports Med*, 43(4), 288-292.
- Baczkowski, K., Marks, P., Silberstein, M., & Schneider-Kolsky, M. E. (2006). A new look into kicking a football: an investigation of muscle activity using MRI. *Australas Radiol*, 50(4), 324-329.
- Bahr, R., Thorborg, K., & Ekstrand, J. (2015). Evidence-based hamstring injury prevention is not adopted by the majority of Champions League or Norwegian Premier League football teams: the Nordic Hamstring survey. *Br J Sports Med*, 49(22), 1466-1471.
- Barker, P. J., Hapuarachchi, K. S., Ross, J. A., Sambaiew, E., Ranger, T. A., & Briggs, C. A. (2014). Anatomy and biomechanics of gluteus maximus and the thoracolumbar fascia at the sacroiliac joint. *Clin Anat*, 27(2), 234-240.
- Bartlett, J. L., Sumner, B., Ellis, R. G., & Kram, R. (2014). Activity and functions of the human gluteal muscles in walking, running, sprinting, and climbing. *Am J Phys Anthropol*, 153(1), 124-131.
- Barton, C. J., Lack, S., Malliaras, P., & Morrissey, D. (2013). Gluteal muscle activity and patellofemoral pain syndrome: a systematic review. *Br J Sports Med*, 47(4), 207-214.
- Basarir, K., Ozsoy, M. H., Erdemli, B., Bayramoglu, A., Tuccar, E., & Dincel, V. E. (2008). The safe distance for the superior gluteal nerve in direct lateral approach to the hip and its relation with the femoral length: a cadaver study. *Arch Orthop Trauma Surg*, 128(7), 645-650.
- Bengtsson, H., Ekstrand, J., & Hagglund, M. (2013). Muscle injury rates in professional football increase with fixture congestion: an 11-year follow-up of the UEFA Champions League injury study. *Br J Sports Med*, 47(12), 743-747.
- Bernard, J., Beldame, J., Van Driessche, S., Brunel, H., Poirier, T., Guiffault, P., Matsoukis, J., & Billuart, F. (2017). Does hip joint positioning affect maximal voluntary contraction in the gluteus maximus, gluteus medius, tensor fasciae latae and sartorius muscles? *Orthop Traumatol Surg Res*.
- Brandser, E. A., el-Khoury, G. Y., Kathol, M. H., Callaghan, J. J., & Tearse, D. S. (1995). Hamstring injuries: radiographic, conventional tomographic, CT, and MR imaging characteristics. *Radiology*, 197(1), 257-262.
- Burnet, E. N., Arena, R. A., & Pidcoe, P. E. (2008). Relationship Between Gluteus Medius Muscle Activity, Pelvic Motion, and Metabolic Energy in Running

- (P190). In *The Engineering of Sport 7: Vol. 2* (pp. 267-271). Paris: Springer Paris.
- Chumanov, E. S., Heiderscheit, B. C., & Thelen, D. G. (2007). The effect of speed and influence of individual muscles on hamstring mechanics during the swing phase of sprinting. *J Biomech*, 40(16), 3555-3562.
- Chumanov, E. S., Heiderscheit, B. C., & Thelen, D. G. (2011). Hamstring musculotendon dynamics during stance and swing phases of high-speed running. *Med Sci Sports Exerc*, 43(3), 525-532.
- Clark, J. M., & Haynor, D. R. (1987). Anatomy of the abductor muscles of the hip as studied by computed tomography. *J Bone Joint Surg Am*, 69(7), 1021-1031.
- Contreras, B., Vigotsky, A. D., Schoenfeld, B. J., Beardsley, C., & Cronin, J. (2015). A comparison of two gluteus maximus EMG maximum voluntary isometric contraction positions. *PeerJ*, 3, e1261.
- De Maeseneer, M., Shahabpour, M., Lenchik, L., Milants, A., De Ridder, F., De Mey, J., & Cattrysse, E. (2014). Distal insertions of the semimembranosus tendon: MR imaging with anatomic correlation. *Skeletal Radiol*, 43(6), 781-791.
- De Smet, A. A., & Best, T. M. (2000). MR imaging of the distribution and location of acute hamstring injuries in athletes. *AJR Am J Roentgenol*, 174(2), 393-399.
- Delp, S. L., Hess, W. E., Hungerford, D. S., & Jones, L. C. (1999). Variation of rotation moment arms with hip flexion. *J Biomech*, 32(5), 493-501.
- Dorn, T. W., Schache, A. G., & Pandy, M. G. (2012). Muscular strategy shift in human running: dependence of running speed on hip and ankle muscle performance. *J Exp Biol*, 215(Pt 11), 1944-1956.
- Dostal, W. F., Soderberg, G. L., & Andrews, J. G. (1986). Actions of hip muscles. *Phys Ther*, 66(3), 351-361.
- Drake, R. L., Vogl, A. W., & Mitchell, A. W. M. (2010). *Gray's Anatomy for Students* (2 ed.). Philadelphia.
- Duhig, S., Shield, A. J., Opar, D., Gabbett, T. J., Ferguson, C., & Williams, M. (2016). Effect of high-speed running on hamstring strain injury risk. *Br J Sports Med*, 50(24), 1536-1540.
- Ekstrand, J. (2013). Keeping your top players on the pitch: the key to football medicine at a professional level. *British Journal of Sports Medicine*, 47(12), 723-724.
- Ekstrand, J., Hagglund, M., & Walden, M. (2011). Epidemiology of muscle injuries in professional football (soccer). *Am J Sports Med*, 39(6), 1226-1232.
- Ekstrand, J., Healy, J. C., Walden, M., Lee, J. C., English, B., & Hagglund, M. (2012). Hamstring muscle injuries in professional football: the correlation of MRI findings with return to play. *Br J Sports Med*, 46(2), 112-117.
- Ekstrand, J., Lee, J. C., & Healy, J. C. (2016). MRI findings and return to play in football: a prospective analysis of 255 hamstring injuries in the UEFA Elite Club Injury Study. *Br J Sports Med*, 50(12), 738-743.



- Ekstrand, J., Walden, M., & Hagglund, M. (2016). Hamstring injuries have increased by 4% annually in men's professional football, since 2001: a 13-year longitudinal analysis of the UEFA Elite Club injury study. *Br J Sports Med*.
- Escamilla, R. F., Lewis, C., Bell, D., Bramblett, G., Daffron, J., Lambert, S., Pecson, A., Imamura, R., Paulos, L., & Andrews, J. R. (2010). Core muscle activation during Swiss ball and traditional abdominal exercises. *J Orthop Sports Phys Ther*, 40(5), 265-276.
- Evangelidis, P. E., Massey, G. J., Ferguson, R. A., Wheeler, P. C., Pain, M. T., & Folland, J. P. (2016). The functional significance of hamstrings composition: is it really a "fast" muscle group? *Scand J Med Sci Sports*.
- Farina, D., Merletti, R., & Enoka, R. M. (2004). The extraction of neural strategies from the surface EMG. *J Appl Physiol* (1985), 96(4), 1486-1495.
- Faude, O., Koch, T., & Meyer, T. (2012). Straight sprinting is the most frequent action in goal situations in professional football. *J Sports Sci*, 30(7), 625-631.
- Flack, N. A., Nicholson, H. D., & Woodley, S. J. (2012). A review of the anatomy of the hip abductor muscles, gluteus medius, gluteus minimus, and tensor fascia lata. *Clin Anat*, 25(6), 697-708.
- Flack, N. A., Nicholson, H. D., & Woodley, S. J. (2014). The anatomy of the hip abductor muscles. *Clin Anat*, 27(2), 241-253.
- Franettovich, M., Chapman, A. R., Blanch, P., & Vicenzino, B. (2010). Altered neuromuscular control in individuals with exercise-related leg pain. *Med Sci Sports Exerc*, 42(3), 546-555.
- Franettovich Smith, M. M., Bonacci, J., Mendis, M. D., Christie, C., Rotstein, A., & Hides, J. A. (2016). Gluteus medius activation during running is a risk factor for season hamstring injuries in elite footballers. *J Sci Med Sport*.
- Franettovich Smith, M. M., Honeywill, C., Wyndow, N., Crossley, K. M., & Creaby, M. W. (2014). Neuromotor control of gluteal muscles in runners with achilles tendinopathy. *Med Sci Sports Exerc*, 46(3), 594-599.
- Frishberg, B. A. (1983). An analysis of overground and treadmill sprinting. *Med Sci Sports Exerc*, 15(6), 478-485.
- Fujisawa, H., Suzuki, H., Yamaguchi, E., Yoshiki, H., Wada, Y., & Watanabe, A. (2014). Hip Muscle Activity during Isometric Contraction of Hip Abduction. *Journal of Physical Therapy Science*, 26(2), 187-190.
- Garrett, W. E., Jr. (1990). Muscle strain injuries: clinical and basic aspects. *Med Sci Sports Exerc*, 22(4), 436-443.
- Garrett, W. E., Jr. (1996). Muscle strain injuries. *Am J Sports Med*, 24(6 Suppl), S2-8.
- Garrett, W. E., Jr., Califf, J. C., & Bassett, F. H., 3rd. (1984). Histochemical correlates of hamstring injuries. *Am J Sports Med*, 12(2), 98-103.
- Garrett, W. E., Jr., Rich, F. R., Nikolaou, P. K., & Vogler, J. B., 3rd. (1989). Computed tomography of hamstring muscle strains. *Med Sci Sports Exerc*, 21(5), 506-514.

- Garrett, W. E., Jr., Safran, M. R., Seaber, A. V., Glisson, R. R., & Ribbeck, B. M. (1987). Biomechanical comparison of stimulated and nonstimulated skeletal muscle pulled to failure. *Am J Sports Med*, 15(5), 448-454.
- Gazendam, M. G., & Hof, A. L. (2007). Averaged EMG profiles in jogging and running at different speeds. *Gait Posture*, 25(4), 604-614.
- Girard, O., Lattier, G., Maffiuletti, N. A., Micallef, J. P., & Millet, G. P. (2008). Neuromuscular fatigue during a prolonged intermittent exercise: Application to tennis. *J Electromyogr Kinesiol*, 18(6), 1038-1046.
- Greig, M., & Siegler, J. C. (2009). Soccer-specific fatigue and eccentric hamstrings muscle strength. *J Athl Train*, 44(2), 180-184.
- Hagglund, M., Walden, M., Magnusson, H., Kristenson, K., Bengtsson, H., & Ekstrand, J. (2013). Injuries affect team performance negatively in professional football: an 11-year follow-up of the UEFA Champions League injury study. *Br J Sports Med*, 47(12), 738-742.
- Hall, M., Stevermer, C. A., & Gillette, J. C. (2015). Muscle activity amplitudes and co-contraction during stair ambulation following anterior cruciate ligament reconstruction. *J Electromyogr Kinesiol*, 25(2), 298-304.
- Hamner, S. R., Seth, A., & Delp, S. L. (2010). Muscle contributions to propulsion and support during running. *J Biomech*, 43(14), 2709-2716.
- Heiderscheit, B. C., Hoerth, D. M., Chumanov, E. S., Swanson, S. C., Thelen, B. J., & Thelen, D. G. (2005). Identifying the time of occurrence of a hamstring strain injury during treadmill running: a case study. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 20(10), 1072-1078.
- Hermens, H. J., Freriks, B., Disselhorst-Klug, C., & Rau, G. (2000). Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *J Electromyogr Kinesiol*, 10(5), 361-374.
- Hermens, H. J., Freriks, B., Merletti, R., Hägg, G., Stegeman, D. F., Blok, J., Rau, G., & Disselhorst-Klug, C. (1999). *SENIAM 8: European Recommendations for Surface ElectroMyoGraphy*. Roessingh Research and Development b.v.
- Higashihara, A., Nagano, Y., Ono, T., & Fukubayashi, T. (2015). Differences in activation properties of the hamstring muscles during overground sprinting. *Gait Posture*, 42(3), 360-364.
- Higashihara, A., Nagano, Y., Ono, T., & Fukubayashi, T. (2016). Relationship between the peak time of hamstring stretch and activation during sprinting. *Eur J Sport Sci*, 16(1), 36-41.
- Homan, K. J., Norcross, M. F., Goerger, B. M., Prentice, W. E., & Blackburn, J. T. (2013). The influence of hip strength on gluteal activity and lower extremity kinematics. *J Electromyogr Kinesiol*, 23(2), 411-415.
- Hoskins, W., & Pollard, H. (2005). The management of hamstring injury--Part 1: Issues in diagnosis. *Man Ther*, 10(2), 96-107.
- Ito, J. (1996). Morphological analysis of the human lower extremity based on the relative muscle weight. *Okajimas Folia Anat Jpn*, 73(5), 247-251.

- Johnson, M. A., Polgar, J., Weightman, D., & Appleton, D. (1973). Data on the distribution of fibre types in thirty-six human muscles. An autopsy study. *J Neurol Sci*, 18(1), 111-129.
- Jones, R. I., Ryan, B., & Todd, A. I. (2015). Muscle fatigue induced by a soccer match-play simulation in amateur Black South African players. *J Sports Sci*, 33(12), 1305-1311.
- Jonhagen, S., Ericson, M. O., Nemeth, G., & Eriksson, E. (1996). Amplitude and timing of electromyographic activity during sprinting. *Scand J Med Sci Sports*, 6(1), 15-21.
- Jonhagen, S., Nemeth, G., & Eriksson, E. (1994). Hamstring injuries in sprinters. The role of concentric and eccentric hamstring muscle strength and flexibility. *Am J Sports Med*, 22(2), 262-266.
- Kellis, E., Galanis, N., Kapetanios, G., & Natsis, K. (2012). Architectural differences between the hamstring muscles. *J Electromyogr Kinesiol*, 22(4), 520-526.
- Konrad, P. (2005). *The ABC of EMG: A Practical Introduction to Kinesiological Electromyography* (Vol. 1.4). Scottsdale, Arizona: Noraxon U.S.A., Inc.
- Kubota, J., Ono, T., Araki, M., Torii, S., Okuwaki, T., & Fukubayashi, T. (2007). Non-uniform changes in magnetic resonance measurements of the semitendinosus muscle following intensive eccentric exercise. *Eur J Appl Physiol*, 101(6), 713-720.
- Kuitunen, S., Kyrolainen, H., Avela, J., & Komi, P. V. (2007). Leg stiffness modulation during exhaustive stretch-shortening cycle exercise. *Scand J Med Sci Sports*, 17(1), 67-75.
- Last, R. J., & McMinn, R. M. H. (1994). *Last's Anatomy, Regional and Applied* (9 ed.). Edinburgh.
- Lehnert, M., De Ste Croix, M., Zaatar, A., Hughes, J., Varekova, R., & Lastovicka, O. (2016). Muscular and neuromuscular control following soccer-specific exercise in male youth: Changes in injury risk mechanisms. *Scand J Med Sci Sports*.
- Lenhart, R., Thelen, D., & Heiderscheit, B. (2014). Hip muscle loads during running at various step rates. *J Orthop Sports Phys Ther*, 44(10), 766-774, a761-764.
- Lieber, R. L., & Friden, J. (1993). Muscle damage is not a function of muscle force but active muscle strain. *J Appl Physiol* (1985), 74(2), 520-526.
- Lieberman, D. E., Raichlen, D. A., Pontzer, H., Bramble, D. M., & Cutright-Smith, E. (2006). The human gluteus maximus and its role in running. *J Exp Biol*, 209(Pt 11), 2143-2155.
- Lynn, S. K., & Costigan, P. A. (2009). Changes in the medial-lateral hamstring activation ratio with foot rotation during lower limb exercise. *J Electromyogr Kinesiol*, 19(3), e197-205.
- Lyons, K., Perry, J., Gronley, J. K., Barnes, L., & Antonelli, D. (1983). Timing and relative intensity of hip extensor and abductor muscle action during level and stair ambulation. An EMG study. *Phys Ther*, 63(10), 1597-1605.

- Mair, S. D., Seaber, A. V., Glisson, R. R., & Garrett, W. E., Jr. (1996). The role of fatigue in susceptibility to acute muscle strain injury. *Am J Sports Med*, 24(2), 137-143.
- Makihara, Y., Nishino, A., Fukubayashi, T., & Kanamori, A. (2006). Decrease of knee flexion torque in patients with ACL reconstruction: combined analysis of the architecture and function of the knee flexor muscles. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 14(4), 310-317.
- Malone, S., Roe, M., Doran, D. A., Gabbett, T. J., & Collins, K. (2017). High chronic training loads and exposure to bouts of maximal velocity running reduce injury risk in elite Gaelic football. *J Sci Med Sport*, 20(3), 250-254.
- Mann, R., & Sprague, P. (1980). A kinetic analysis of the ground leg during sprint running. *Res Q Exerc Sport*, 51(2), 334-348.
- Mann, R. V. (1981). A kinetic analysis of sprinting. *Med Sci Sports Exerc*, 13(5), 325-328.
- Melnik, M., & Gollhofer, A. (2007). Submaximal fatigue of the hamstrings impairs specific reflex components and knee stability. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 15(5), 525-532.
- Mendez-Villanueva, A., Hamer, P., & Bishop, D. (2008). Fatigue in repeated-sprint exercise is related to muscle power factors and reduced neuromuscular activity. *Eur J Appl Physiol*, 103(4), 411-419.
- Miller, S. L., Gill, J., & Webb, G. R. (2007). The proximal origin of the hamstrings and surrounding anatomy encountered during repair. A cadaveric study. *J Bone Joint Surg Am*, 89(1), 44-48.
- Miller, S. L., & Webb, G. R. (2008). The proximal origin of the hamstrings and surrounding anatomy encountered during repair. Surgical technique. *J Bone Joint Surg Am*, 90 Suppl 2 Pt 1, 108-116.
- Moore, K. L., & Dalley, A. F. (1999). *Clinically Oriented Anatomy* (4 ed.). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Morrissey, D., Graham, J., Screen, H., Sinha, A., Small, C., Twycross-Lewis, R., & Woledge, R. (2012). Coronal plane hip muscle activation in football code athletes with chronic adductor groin strain injury during standing hip flexion. *Man Ther*, 17(2), 145-149.
- Neumann, D. A. (2010). Kinesiology of the hip: a focus on muscular actions. *J Orthop Sports Phys Ther*, 40(2), 82-94.
- Neuschwander, T. B., Benke, M. T., & Gerhardt, M. B. (2015). Anatomic Description of the Origin of the Proximal Hamstring. *Arthroscopy*, 31(8), 1518-1521.
- Nigg, B. M., De Boer, R. W., & Fisher, V. (1995). A kinematic comparison of overground and treadmill running. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 27(1), 98-105.
- Nork, S. E., Schar, M., Pfander, G., Beck, M., Djonov, V., Ganz, R., & Leunig, M. (2005). Anatomic considerations for the choice of surgical approach for hip resurfacing arthroplasty. *Orthop Clin North Am*, 36(2), 163-170, viii.

- Onishi, H., Yagi, R., Oyama, M., Akasaka, K., Yashi, K., & Handa, I. (2002). EMG-angle relationship of the hamstring muscles during maximum knee flexion. *Journal of Electromyography and Kinesiology*.
- Ono, T., Higashihara, A., & Fukubayashi, T. (2011). Hamstring functions during hip-extension exercise assessed with electromyography and magnetic resonance imaging. *Res Sports Med*, 19(1), 42-52.
- Ono, T., Okuwaki, T., & Fukubayashi, T. (2010a). Differences in activation patterns of knee flexor muscles during concentric and eccentric exercises. In *Res Sports Med* (Vol. 18, pp. 188-198). United States.
- Ono, T., Okuwaki, T., & Fukubayashi, T. (2010b). Differences in activation patterns of knee flexor muscles during concentric and eccentric exercises. *Res Sports Med*, 18(3), 188-198.
- Osgnach, C., Poser, S., Bernardini, R., Rinaldo, R., & di Prampero, P. E. (2010). Energy cost and metabolic power in elite soccer: a new match analysis approach. *Med Sci Sports Exerc*, 42(1), 170-178.
- Pagnani, M. J., Warner, J. J., O'Brien, S. J., & Warren, R. F. (1993). Anatomic considerations in harvesting the semitendinosus and gracilis tendons and a technique of harvest. *Am J Sports Med*, 21(4), 565-571.
- Petersen, J., Thorborg, K., Nielsen, M. B., Budtz-Jorgensen, E., & Holmich, P. (2011). Preventive effect of eccentric training on acute hamstring injuries in men's soccer: a cluster-randomized controlled trial. *Am J Sports Med*, 39(11), 2296-2303.
- Pinniger, G. J., Steele, J. R., & Groeller, H. (2000). Does fatigue induced by repeated dynamic efforts affect hamstring muscle function? *Med Sci Sports Exerc*, 32(3), 647-653.
- Schache, A. G., Dorn, T. W., Blanch, P. D., Brown, N. A., & Pandy, M. G. (2012). Mechanics of the human hamstring muscles during sprinting. *Med Sci Sports Exerc*, 44(4), 647-658.
- Schuermans, J., Danneels, L., Van Tiggelen, D., Palmans, T., & Witvrouw, E. (2017). Proximal Neuromuscular Control Protects Against Hamstring Injuries in Male Soccer Players: A Prospective Study With Electromyography Time-Series Analysis During Maximal Sprinting. *Am J Sports Med*, 45(6), 1315-1325.
- Selkowitz, D. M., Beneck, G. J., & Powers, C. M. (2016). Comparison of Electromyographic Activity of the Superior and Inferior Portions of the Gluteus Maximus Muscle During Common Therapeutic Exercises. *J Orthop Sports Phys Ther*, 46(9), 794-799.
- Semciw, A., Neate, R., & Pizzari, T. (2016). Running related gluteus medius function in health and injury: A systematic review with meta-analysis. *J Electromyogr Kinesiol*, 30, 98-110.
- Semciw, A. I., Pizzari, T., Murley, G. S., & Green, R. A. (2013). Gluteus medius: an intramuscular EMG investigation of anterior, middle and posterior segments during gait. *J Electromyogr Kinesiol*, 23(4), 858-864.

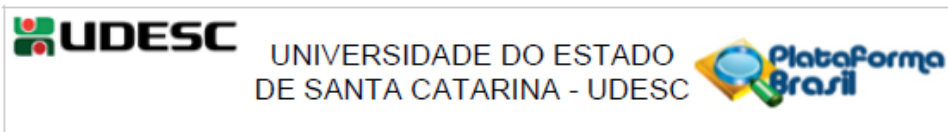
- Sims, K. J., Richardson, C. A., & Brauer, S. G. (2002). Investigation of hip abductor activation in subjects with clinical unilateral hip osteoarthritis. *Ann Rheum Dis*, 61(8), 687-692.
- Sirca, A., & Susec-Michieli, M. (1980). Selective type II fibre muscular atrophy in patients with osteoarthritis of the hip. *J Neurol Sci*, 44(2-3), 149-159.
- Small, K., McNaughton, L. R., Greig, M., Lohkamp, M., & Lovell, R. (2009). Soccer fatigue, sprinting and hamstring injury risk. *Int J Sports Med*, 30(8), 573-578.
- Soderberg, G. L., & Dostal, W. F. (1978). Electromyographic study of three parts of the gluteus medius muscle during functional activities. *Phys Ther*, 58(6), 691-696.
- Souza, R. B., & Powers, C. M. (2009). Differences in hip kinematics, muscle strength, and muscle activation between subjects with and without patellofemoral pain. *J Orthop Sports Phys Ther*, 39(1), 12-19.
- Standring, S., Ellis, H., Berkovitz, B. K. B., & Gray, H. (2008). *Gray's Anatomy: The Anatomical Basis of Clinical Practice* (40 ed.). Edinburgh:: Elsevier Churchill Livingstone.
- Stecco, A., Gilliar, W., Hill, R., Fullerton, B., & Stecco, C. (2013). The anatomical and functional relation between gluteus maximus and fascia lata. *J Bodyw Mov Ther*, 17(4), 512-517.
- Stern, J. T., Jr., Pare, E. B., & Schwartz, J. M. (1980). New perspectives on muscle use during locomotion: electromyographic studies of rapid and complex behaviors. *J Am Osteopath Assoc*, 80(4), 287-291.
- Sugiura, Y., Saito, T., Sakuraba, K., Sakuma, K., & Suzuki, E. (2008). Strength deficits identified with concentric action of the hip extensors and eccentric action of the hamstrings predispose to hamstring injury in elite sprinters. *J Orthop Sports Phys Ther*, 38(8), 457-464.
- Sun, Y., Wei, S., Zhong, Y., Fu, W., Li, L., & Liu, Y. (2015). How joint torques affect hamstring injury risk in sprinting swing-stance transition. *Med Sci Sports Exerc*, 47(2), 373-380.
- Thelen, D. G., Chumanov, E. S., Best, T. M., Swanson, S. C., & Heiderscheit, B. C. (2005). Simulation of biceps femoris musculotendon mechanics during the swing phase of sprinting. *Med Sci Sports Exerc*, 37(11), 1931-1938.
- Thelen, D. G., Chumanov, E. S., Hoerth, D. M., Best, T. M., Swanson, S. C., Li, L., Young, M., & Heiderscheit, B. C. (2005). Hamstring muscle kinematics during treadmill sprinting. *Med Sci Sports Exerc*, 37(1), 108-114.
- Thelen, D. G., Chumanov, E. S., Sherry, M. A., & Heiderscheit, B. C. (2006). Neuromusculoskeletal models provide insights into the mechanisms and rehabilitation of hamstring strains. *Exerc Sport Sci Rev*, 34(3), 135-141.
- Tidball, J. G., Salem, G., & Zernicke, R. (1993). Site and mechanical conditions for failure of skeletal muscle in experimental strain injuries. *J Appl Physiol* (1985), 74(3), 1280-1286.
- Timmins, R. G., Opar, D. A., Williams, M. D., Schache, A. G., Dear, N. M., & Shield, A. J. (2014). Reduced biceps femoris myoelectrical activity

- influences eccentric knee flexor weakness after repeat sprint running. *Scand J Med Sci Sports*, 24(4), e299-305.
- Tubbs, R. S., Caycedo, F. J., Oakes, W. J., & Salter, E. G. (2006). Descriptive anatomy of the insertion of the biceps femoris muscle. *Clin Anat*, 19(6), 517-521.
- Tupa, V. (1995). Fatigue influenced changes to sprinting technique. *Modern Athlete and Coach*, 33(3), S. 7-10.
- Vleeming, A., Pool-Goudzwaard, A. L., Stoeckart, R., van Wingerden, J. P., & Snijders, C. J. (1995). The posterior layer of the thoracolumbar fascia. Its function in load transfer from spine to legs. *Spine (Phila Pa 1976)*, 20(7), 753-758.
- Wank, V., Frick, U., & Schmidbleicher, D. (1998). Kinematics and Electromyography of Lower Limb Muscles in Overground and Treadmill Running. *Int J Sports Med*, 19(07), 455-461.
- Ward, S. R., Eng, C. M., Smallwood, L. H., & Lieber, R. L. (2009). Are Current Measurements of Lower Extremity Muscle Architecture Accurate? *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 467(4), 1074-1082.
- Williams, P. L. B., L. H., Berry, M. M., Collins, P., Dyson, M., Dussek, J. E., & Ferguson, M. W. J. (1995). *Gray's Anatomy* (38 ed.). Edinburgh.
- Woodburne, R. T., & Burkel, W. E. (1994). *Essentials of human anatomy* (9 ed.). New York: Oxford University Press.
- Woodley, S. J., & Mercer, S. R. (2005). Hamstring muscles: architecture and innervation. *Cells Tissues Organs*, 179(3), 125-141.
- Woods, C. (2004). The Football Association Medical Research Programme: an audit of injuries in professional football--analysis of hamstring injuries. *British Journal of Sports Medicine*, 38(1), 36-41.
- Yu, B., Queen, R. M., Abbey, A. N., Liu, Y., Moorman, C. T., & Garrett, W. E. (2008). Hamstring muscle kinematics and activation during overground sprinting. *J Biomech*, 41(15), 3121-3126.
- Zhang, X. L., Shen, H., Qin, X. L., & Wang, Q. (2008). Anterolateral muscle sparing approach total hip arthroplasty: an anatomic and clinical study. *Chin Med J (Engl)*, 121(15), 1358-1363.





## ANEXOS



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Alteração da Função Neuromuscular dos Músculos no Compartimento Medial dos Isquiotibiais, do Bíceps Femoral e dos Músculos Glúteo Médio e Máximo Durante a Corrida Intermitente à Máxima Velocidade.

**Pesquisador:** Marcelo Peduzzi de Castro

**Área Temática:**

**Versão:** 3

**CAAE:** 62609516.1.0000.0118

**Instituição Proponente:** FUNDACAO UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SC UDESC

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 2.009.619

#### Apresentação do Projeto:

Trata-se de um projeto de pesquisa intitulado "Alteração da Função Neuromuscular dos Músculos no Compartimento Medial dos Isquiotibiais, do Bíceps Femoral e dos Músculos Glúteo Médio e Máximo Durante a Corrida Intermitente à Máxima Velocidade", constando como pesquisador responsável Marcelo Peduzzi de Castro e, demais pesquisadores: Caroline Ruschel, Cristiano Gomes Sanchotene, Helio Roesler, Marcel Hubert, Marina da Costa Foes, Suzana Matheus Pereira e, Bernardo Amorim.

O projeto de pesquisa será realizado no CEFID-UDESC e envolverá 60 indivíduos os quais, inicialmente, passarão por medidas antropométricas (peso e altura). Após estas medições, os participantes irão passar pela análise eletromiográfica dos músculos no compartimento medial dos isquiotibiais e do bíceps femoral e dos músculos glúteos através de um sistema Wireless de EMG, frequência cardíaca que será medida pelo sistema polar e, um questionário que utilizará a escala de Borg de 10 pontos para classificar o esforço subjetivo dos sujeitos.

O orçamento está presente, com fonte de recursos próprios.

**Endereço:** Av. Madre Benvenutta, 2007  
**Bairro:** Itacorubi **CEP:** 88.035-001  
**UF:** SC **Município:** FLORIANOPOLIS  
**Telefone:** (48)3664-8084 **Fax:** (48)3664-8084 **E-mail:** cepsh.udesc@gmail.com

Continuação do Parecer: 2.009.619

O cronograma deverá ser adequado para que a coleta de dados seja realizada após o período de aprovação do CEP SH.

O projeto descreve que haverá o sigilo das informações e que os participantes não serão identificados.

**Objetivo da Pesquisa:**

Objetivo Principal da pesquisa é: avaliar a função neuromuscular do compartimento medial dos isquiotibiais e do bíceps femoral durante a corrida intermitente à máxima velocidade.

Os objetivos Específicos são:

1. Comparar a magnitude da função neuromuscular entre os músculos no compartimento medial dos isquiotibiais e o bíceps femoral durante a corrida intermitente à máxima velocidade;
2. Relacionar a alteração da função neuromuscular com o esforço subjetivo dos participantes;
3. Relacionar a alteração da função neuromuscular com a frequência cardíaca dos participantes;
4. Avaliar a alteração da função neuromuscular dos músculos glúteos (máximo superior e inferior, e glúteo médio) durante a corrida intermitente à máxima velocidade;
5. Verificar a relação entre alterações da função neuromuscular do compartimento medial dos isquiotibiais e do bíceps femoral, e os músculos glúteos (máximo superior e inferior, e glúteo médio) durante a corrida intermitente à máxima velocidade.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Segundo os autores, os riscos são: "Os riscos durante a coleta de dados são mínimos. O presente estudo não apresenta riscos maiores do que aqueles encontrados durante um jogo de futebol." Ainda inclui a seguinte informação: "Ressalta-se que qualquer teste pode ser interrompido a qualquer momento, caso o indivíduo deseje. Em havendo qualquer intercorrência que não possa ser administrada pelos pesquisadores, o socorro será imediatamente acionado (SAMU - 192)."

Endereço: Av. Madre Benvenuta, 2007

Bairro: Itacorubi

CEP: 88.035-001

UF: SC

Município: FLORIANÓPOLIS

Telefone: (48)3664-8084

Fax: (48)3664-8084

E-mail: cepsh.udesc@gmail.com

Continuação do Parecer: 2.009.619

Considerando estas medidas de socorro e da exposição do participante em ser colocado em esforço físico máximo, o risco deve ser alterado para alto por exigir a corrida em velocidade máxima, bem como considerar os riscos de quedas que podem ocorrer durante a corrida.

Outros riscos e desconforto estão associados à depilação com gilete, aplicação de álcool sobre a pele (alergia) e colocação de eletrodos.

Os benefícios segundo os autores, é que: "com este estudo, permitirá a melhor compreensão da ação destes grupos musculares durante uma atividade funcional, como a corrida à máxima velocidade, a qual está presente em grande parte dos desportos praticados. A informação recolhida poderá ajudar na elaboração de planos de prevenção, de reabilitação e planos de treino para a melhoria da performance.

Para os participantes, será entregue o registro do comportamento da sua frequência cardíaca ao longo do teste".

Desta forma, o benefício é indireto e tardio, porém, apresentando um benefício imediato e direto dado pelo conhecimento do próprio comportamento da frequência cardíaca realizada no teste.

#### Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Os pesquisadores envolvidos possuem experiência científica para a condução da pesquisa e o projeto torna-se viável se a amostra de participantes estará preparada fisicamente para ser submetida a tais procedimentos de esforço físico.

O protocolo a ser utilizado na presente pesquisa foi criado por Timmins et al. (2014) com base nos dados de um estudo com jogadores profissionais que competiram na liga Europa nas épocas de 2008-2009 e 2010-2011. Assim, com base científica, o projeto torna-se possível em sua metodologia.

#### Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O presente projeto de pesquisa apresenta as seguintes documentações:

Endereço: Av. Madre Benvenutta, 2007

Bairro: Itacorubi

CEP: 88.035-001

UF: SC

Município: FLORIANOPOLIS

Telefone: (48)3664-8084

Fax: (48)3664-8084

E-mail: cepsh.udesc@gmail.com

Continuação do Parecer: 2.009.619

Folha de Rosto – CONEP- devidamente preenchida e assinada.

Projeto Básico.

Projeto de Pesquisa Detalhado.

Cronograma.

Formulário teste subjetivo de esforço (Escala de Borg).

**Recomendações:**

NA.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

PENDÊNCIAS CUMPRIDAS:

No TCLE consta que o participante irá realizar 6 repetições de 45 metros de corrida à máxima velocidade. De forma contrária, cita em outro parágrafo que o risco é mínimo e que o estudo não apresenta riscos maiores do que aqueles encontrados durante um jogo de futebol. Para esclarecimentos quanto a estes testes e riscos, foi considerado que a pesquisa envolve um alto risco devido ao esforço físico máximo. Porém os pesquisadores ainda mantêm a frase: "... o presente estudo não apresenta riscos maiores do que aqueles encontrados durante um jogo de futebol.", a qual pode levar o participante a entrar na pesquisa desconsiderando o alto risco que o procedimento oferece. Além disso, as medidas de para chamada de emergência no caso de intercorrências não constam no TCLE.

Os pesquisadores então decidiram por retirar a frase descrita acima.

Além disso, foi adicionada a frase no TCLE:

"Em havendo qualquer intercorrência que não possa ser administrada pelos pesquisadores, o socorro será imediatamente acionado (SAMU - 192)." , assim descrita no formulário de Informações Básicas do Projeto ou informações semelhantes.

Em não havendo mais pendências o projeto está apto para aprovação.

Endereço: Av.Madre Benvenutta, 2007

Bairro: Itacorubi

CEP: 88.035-001

UF: SC

Município: FLORIANOPOLIS

Telefone: (48)3664-8084

Fax: (48)3664-8084

E-mail: cepsh.udesc@gmail.com

Continuação do Parecer: 2.009.619

**Considerações Finais a critério do CEP:**

O Colegiado APROVA o Projeto de Pesquisa e informa que, qualquer alteração necessária ao planejamento e desenvolvimento do Protocolo Aprovado ou cronograma final, seja comunicada ao CEP SH via Plataforma Brasil na forma de EMENDA, para análise sendo que para a execução deverá ser aguardada aprovação final do CEP SH. A ocorrência de situações adversas durante a execução da pesquisa deverá ser comunicada imediatamente ao CEP SH via Plataforma Brasil, na forma de NOTIFICAÇÃO. Em não havendo alterações ao Protocolo Aprovado e/ou situações adversas durante a execução, deverá ser encaminhado RELATÓRIO FINAL ao CEP SH via Plataforma Brasil até 60 dias da data final definida no cronograma, para análise e aprovação.

Lembramos ainda, que o participante da pesquisa ou seu representante legal, quando for o caso, bem como o pesquisador responsável, deverão rubricar todas as folhas do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE - apondo suas assinaturas na última página do referido Termo.

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_829754.pdf	13/03/2017 16:39:59		Aceito
Outros	Carta_Resposta_3.docx	13/03/2017 16:38:08	Marcelo Peduzzi de Castro	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ProjetoIsquiotibiais_3.docx	13/03/2017 16:37:37	Marcelo Peduzzi de Castro	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_3.doc	13/03/2017 16:37:17	Marcelo Peduzzi de Castro	Aceito
Outros	EscalaBorg10pontos.pdf	26/01/2017 13:36:24	Marcelo Peduzzi de Castro	Aceito
Outros	ConsentimentoImagensVideosIsquios.doc	24/11/2016 13:47:28	Marcelo Peduzzi de Castro	Aceito
Folha de Rosto	folhaDeRosto_assinada.pdf	24/11/2016 13:41:07	Marcelo Peduzzi de Castro	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Endereço: Av. Madre Benvenuta, 2007

Bairro: Itacorubi

CEP: 88.035-001

UF: SC

Município: FLORIANÓPOLIS

Telefone: (48)3664-8084

Fax: (48)3664-8084

E-mail: cepsh.udesc@gmail.com



UNIVERSIDADE DO ESTADO  
DE SANTA CATARINA - UDESC



Continuação do Parecer: 2.009.619

Não

FLORIANOPOLIS, 10 de Abril de 2017

---

Assinado por:  
Carla Ivane Ganz Vogel  
(Coordenador)

Endereço: Av.Madre Benvenutta, 2007

Bairro: Itacorubi

CEP: 88.035-001

UF: SC

Município: FLORIANOPOLIS

Telefone: (48)3664-8084

Fax: (48)3664-8084

E-mail: cepsh.udesc@gmail.com

Página 06 de 06



**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP**

**DADOS DA EMENDA**

**Título da Pesquisa:** Alteração da Função Neuromuscular dos Músculos no Compartimento Medial dos Isquiotibiais, do Bíceps Femoral e dos Músculos Glúteo Médio e Máximo Durante a Corrida Intermitente à Máxima Velocidade.

**Pesquisador:** Marcelo Peduzzi de Castro

**Área Temática:**

**Versão:** 4

**CAAE:** 62609516.1.0000.0118

**Instituição Proponente:** FUNDACAO UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SC UDESC

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 2.144.992

**Apresentação do Projeto:**

Trata-se de um projeto de pesquisa intitulado "Alteração da Função Neuromuscular dos Músculos no Compartimento Medial dos Isquiotibiais, do Bíceps Femoral e dos Músculos Glúteo Médio e Máximo Durante a Corrida Intermitente à Máxima Velocidade", constando como pesquisador responsável Marcelo Peduzzi de Castro e, demais pesquisadores: Caroline Ruschel, Cristiano Gomes Sanchotene, Helio Roesler, Marcel Hubert, Marina da Costa Foes, Suzana Matheus Pereira e, Bernardo Amorim.

O projeto de pesquisa será realizado no CEFID-UDESC e envolverá 60 indivíduos os quais, inicialmente, passarão por medidas antropométricas (peso e altura). Após estas medições, os participantes irão passar pela análise eletromiográfica dos músculos no compartimento medial dos isquiotibiais e do bíceps femoral e dos músculos glúteos através de um sistema Wireless de EMG, frequência cardíaca que será medida pelo sistema polar e, um questionário que utilizará a escala de Borg de 10 pontos para classificar o esforço subjetivo dos sujeitos.

O orçamento está presente, com fonte de recursos próprios.

**Endereço:** Av. Madre Benvenuta, 2007

**Bairro:** Itacorubi

**CEP:** 88.035-001

**UF:** SC

**Município:** FLORIANOPOLIS

**Telefone:** (48)3664-8084

**Fax:** (48)3664-8084

**E-mail:** cepsh.udesc@gmail.com

Continuação do Parecer: 2.144.992

O cronograma deverá ser adequado para que a coleta de dados seja realizada após o período de aprovação do CEP SH.

O projeto descreve que haverá o sigilo das informações e que os participantes não serão identificados.

**Objetivo da Pesquisa:**

Objetivo Principal da pesquisa é: avaliar a função neuromuscular do compartimento medial dos isquiotibiais e do biceps femoral durante a corrida intermitente à máxima velocidade.

Os objetivos Específicos são:

1. Comparar a magnitude da função neuromuscular entre os músculos no compartimento medial dos isquiotibiais e o biceps femoral durante a corrida intermitente à máxima velocidade;
2. Relacionar a alteração da função neuromuscular com o esforço subjetivo dos participantes;
3. Relacionar a alteração da função neuromuscular com a frequência cardíaca dos participantes;
4. Avaliar a alteração da função neuromuscular dos músculos glúteos (máximo superior e inferior, e glúteo médio) durante a corrida intermitente à máxima velocidade;
5. Verificar a relação entre alterações da função neuromuscular do compartimento medial dos isquiotibiais e do biceps femoral, e os músculos glúteos (máximo superior e inferior, e glúteo médio) durante a corrida intermitente à máxima velocidade.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Segundo os autores, os riscos são: "Os riscos durante a coleta de dados são mínimos. O presente estudo não apresenta riscos maiores do que aqueles encontrados durante um jogo de futebol." Ainda inclui a seguinte informação: "Ressalta-se que qualquer teste pode ser interrompido a qualquer momento, caso o indivíduo deseje. Em havendo qualquer intercorrência que não possa ser administrada pelos pesquisadores, o socorro será imediatamente acionado (SAMU - 192)."

Endereço: Av. Madre Benvenuta, 2007

Bairro: Itacorubi

CEP: 88.035-001

UF: SC

Município: FLORIANÓPOLIS

Telefone: (48)3664-8084

Fax: (48)3664-8084

E-mail: cepsh.udesc@gmail.com



Continuação do Parecer: 2.144.992

Considerando estas medidas de socorro e da exposição do participante em ser colocado em esforço físico máximo, o risco deve ser alterado para alto por exigir a corrida em velocidade máxima, bem como considerar os riscos de quedas que podem ocorrer durante a corrida.

Outros riscos e desconforto estão associados à depilação com gilete, aplicação de álcool sobre a pele (alergia) e colocação de eletrodos.

Os benefícios segundo os autores, é que: "com este estudo, permitirá a melhor compreensão da ação destes grupos musculares durante uma atividade funcional, como a corrida à máxima velocidade, a qual está presente em grande parte dos desportos praticados. A informação recolhida poderá ajudar na elaboração de planos de prevenção, de reabilitação e planos de treino para a melhoria da performance.

Para os participantes, será entregue o registro do comportamento da sua frequência cardíaca ao longo do teste". Desta forma, o benefício é indireto e tardio, porém, apresentando um benefício imediato e direto dado pelo conhecimento do próprio comportamento da frequência cardíaca realizada no teste.

#### Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Os pesquisadores envolvidos possuem experiência científica para a condução da pesquisa e o projeto torna-se viável se a amostra de participantes estará preparada fisicamente para ser submetida a tais procedimentos de esforço físico.

O protocolo a ser utilizado na presente pesquisa foi criado por Timmins et al. (2014) com base nos dados de um estudo com jogadores profissionais que competiram na liga Europa nas épocas de 2008-2009 e 2010-2011. Assim, com base científica, o projeto torna-se possível em sua metodologia.

Endereço: Av. Madre Benvenuta, 2007

Bairro: Itacorubi

CEP: 88.035-001

UF: SC

Município: FLORIANOPOLIS

Telefone: (48)3664-8084

Fax: (48)3664-8084

E-mail: cepsh.udesc@gmail.com

Continuação do Parecer: 2.144.992

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

O presente projeto de pesquisa apresenta as seguintes documentações:

Folha de Rosto – CONEP- devidamente preenchida e assinada.

Projeto Básico.

Projeto de Pesquisa Detalhado.

Cronograma.

Formulário teste subjetivo de esforço (Escala de Borg).

**Recomendações:**

N/A.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Trata-se de uma solicitação de emenda do referido projeto de pesquisa no qual foram incluídas as seguintes alterações:

- 1)Adição de análise cinemática 2D, utilizando 4 câmeras;
- 2)Alteração do protocolo de corrida de 18 séries de 45 metros para 15 séries de 35 metros;
- 3)Adição de um gesto funcional antes e após o protocolo de corrida: duas séries com cinco agachamento unilaterais antes, e uma série com cinco agachamento após o protocolo de corrida.

Estas alterações assim descritas em correspondência ao CEP SH, foram incluídas no TCLE, no Projeto de Informações Básicas e no Projeto Original, sendo que a solicitação de Emenda está Aprovada.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

O Colegiado Aprova a solicitação de Emenda 1 ao referido projeto de pesquisa.

Endereço: Av.Madre Benvenutta, 2007

Bairro: Itacorubi

CEP: 88.035-001

UF: SC

Município: FLORIANOPOLIS

Telefone: (48)3664-8084

Fax: (48)3664-8084

E-mail: cepsh.udesc@gmail.com

Continuação do Parecer: 2.144.992

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_936729_E1.pdf	04/06/2017 19:21:39		Aceito
Outros	Emenda04062017.docx	04/06/2017 19:11:42	Marcelo Peduzzi de Castro	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE303062017.doc	04/06/2017 19:10:13	Marcelo Peduzzi de Castro	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ProjetoIsquiotibiais03062017.docx	04/06/2017 19:09:33	Marcelo Peduzzi de Castro	Aceito
Outros	EscalaBorg10pontos.pdf	26/01/2017 13:36:24	Marcelo Peduzzi de Castro	Aceito
Outros	ConsentimentoImagensVideosIsquios.doc	24/11/2016 13:47:28	Marcelo Peduzzi de Castro	Aceito
Folha de Rosto	folhaDeRosto_assinada.pdf	24/11/2016 13:41:07	Marcelo Peduzzi de Castro	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

FLORIANOPOLIS, 28 de Junho de 2017

Assinado por:

Renan Thiago Campestrini  
(Coordenador)

Endereço: Av. Madre Benvenuta, 2007

Bairro: Itacorubi

CEP: 88.035-001

UF: SC

Município: FLORIANOPOLIS

Telefone: (48)3664-8084

Fax: (48)3664-8084

E-mail: cepsh.udesc@gmail.com